# Der Einfluss der Fehlstellen und Beiträge zur Lösung der Fragen über die Nachbarwirkung und Teilstückgrösse in Kartoffelversuchen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Vereinigten Friedrichs-Universität
Halle-Wittenberg

vorgelegt
von

Hans Küpper,
Diplomlandwirt aus Oberhausen (Rhld.).

Halle (Saale)
Otto Thiele, Buch- und Kunstdruckerei
1926

Referent: Prof. Dr. Th. Roemer.

Korreferent: Prof. Dr. P. Holdefleiß.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

# Inhaltsangabe.


Seite

**Einleitung** . . . . . 5

**A. Der Einfluß der Fehlstellen in Kartoffelversuchen, festgestellt an Hand von Feldversuchen mit 2 Sorten und je 4 Standweiten:**

I. Besprechung der bisher über diese Frage veröffentlichten Literatur . . . . . 7

II. Über Anlage und Durchführung der Versuche . . . . . 13

III. Untersuchungen über das Genauigkeitsmaß der Versuche . . . . . 18

IV. Besprechung der Ergebnisse, insbesondere Beantwortung folgender Fragen:

1. Wie groß ist innerhalb der einzelnen Standweiten der Einfluß der Fehlstellen auf das Gewicht und den Stärkegehalt der Nachbarpflanzen? . . . . . 20

2. Ist auf Grund der Feststellungen eine rechnerische Korrektur zur Ausschaltung der Fehlstellen möglich, und wie hat diese zu erfolgen? . . . . . 20

V. Beziehungen zwischen den einzelnen Standweiten und allgemeine Besprechung der Frage nach der günstigsten Standweite . . . . . 35

**B. Beiträge zur Lösung der Fragen:**

I. über die Nachbarwirkung . . . . . 44

II. über die Parzellengröße in Kartoffelversuchen auf Grund weiterer Feldversuche . . . . . 54

**C. Zusammenfassung der Hauptergebnisse und Schlußfolgerungen für die Technik der Versuchsanstellung** . . . . . 63

**Schlußwort** . . . . . 67

**Literatur-Verzeichnis** . . . . . 69

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544302_0318

# Einleitung.

Durch die stetig wachsende Zunahme der heute bereits über ganz Deutschland verbreiteten Versuchsringe hat der Feldversuch in der neueren Zeit ganz erheblich an Bedeutung gewonnen. Angesichts dieser Tatsache kann es uns nicht wundernehmen, wenn allenthalben Stimmen laut werden, welche darauf aufmerksam machen, daß bei allen Feldversuchen namentlich auf eine technisch einwandfreie Versuchsdurchführung Wert zu legen ist. Roemer sagt in der Einleitung zu seinem „Feldversuch“: „Ohne Verbesserung der Versuchstechnik bei Anlage und Ausführung von Feldversuchen kein Fortschritt in der Landwirtschaft“. Dies bedeutet gewiß eine ernste Mahnung, deren volle Berechtigung nicht abgeleugnet werden kann. Es kann allerdings nicht bestritten werden, daß es niemals gelingen wird, sämtliche Fehler in Feldversuchen zu beseitigen oder auszuschalten. Bei Anlage und Durchführung von Feldversuchen können wir unterscheiden zwischen vermeidlichen und unvermeidlichen Fehlern. Die unvermeidlichen Fehler vermögen wir nicht zu beseitigen; jedoch sollten wir zum mindesten dahin streben, die vielen vermeidlichen Fehler, die lediglich auf einer mangelhaften Versuchstechnik beruhen, klarzulegen und soweit wie möglich auszuschalten. Es spricht für sich, wenn von mancher einsichtsvollen Seite angestrebt wird, über die Ausführung der Feldversuche in jedem einzelnen Falle genau zu berichten; denn nur auf diese Weise wird es möglich gemacht, sich ein annähernd genaues Bild über die Brauchbarkeit der Ergebnisse zu machen und zu erkennen, was als innerhalb der unvermeidlichen Fehler liegend aufgefaßt werden muß. Leider bleibt auch heute noch die Tatsache bestehen, daß ein großer Prozentsatz der Jahr für Jahr angelegten Versuche mehr oder weniger fehlerhaft ist, weil bei ihrer Anlage und Durchführung Fehler begangen wurden. Insbesondere hat dies Geltung für die Hackfruchtversuche, namentlich auch für die Kartoffelversuche. Nach meinem Dafürhalten ist gerade hier am wenigsten versucht worden, die Versuchstechnik so zu gestalten, daß man sichere Schlüsse auf den wahren Wert zu ziehen vermag. Damit soll nun nicht gesagt werden, daß hier ein Mangel an

gutem Willen vorliegt; es gilt gerade bei den Hackfruchtversuchen besonders große Schwierigkeiten zu überwinden, um wirklich brauchbare Ergebnisse zu erzielen.

Es ist nicht meine Aufgabe, eine Kritik der bisherigen Versuchstechnik allgemein anzustellen. In vorliegender Arbeit habe ich mir lediglich die Aufgabe gestellt, einen Fehler, der aber gerade bei den Hackfruchtversuchen von ganz besonderem Gewicht ist, klarzulegen und den Weg zu weisen, wie dieser Fehler auszuschalten ist.

In jedem Feldversuch ist das Auftreten von Fehlstellen unvermeidlich. Bei Getreide werden die Fehlstellen wegen des engen Standes der einzelnen Pflanzen und der großen Pflanzenzahl je Flächeneinheit durch Mehrleistung, stärkere Bestockung oder bessere Ausbildung von Halm und Korn der Nachbarpflanzen mehr oder weniger ausgeglichen. Trotzdem versucht man auch bei Getreide den Einfluß der Fehlstellen nach Kräften auszugleichen. v. Rümker versucht dies durch Anlage von sogenannten Reservestreifen. Nach dessen Beispiel verfährt auch Raum, der in Fühlings landwirtschaftlicher Zeitung[20]) derartige Beispielsversuche eingehend behandelt.

Wie oben bereits erwähnt, fällt der Fehler, der durch das Auftreten von Fehlstellen entsteht, in Hackfruchtversuchen wegen der geringen Pflanzenzahl je Flächeneinheit ganz besonders ins Gewicht; denn es ist falsch — wie ich im Verlauf meiner Arbeit zeigen werde —, etwa anzunehmen, daß bei Fehlstellen in Hackfruchtschlägen die diese umgebenden Pflanzen durch Mehrleistung den Ertrag ausgleichen. Fehlstellen sind in Hackfruchtversuchen niemals trotz eifrigsten Bemühens und sorgfältigster Arbeitsausführung zu vermeiden; sie werden natürlicherweise, sofern gutes Saatgut zur Aussaat gelangt, bei Kartoffeln weniger häufig auftreten als bei Zuckerrüben. Es ist nun klar, daß bei Versuchen — seien es Sorten- oder Düngungsversuche —, bei denen in den verschiedenen Vergleichsparzellen eine verschieden große Zahl von Fehlstellen auftritt, niemals sichere Ergebnisse gefunden werden können. Immerhin wäre es von Wichtigkeit zu wissen, wie groß der Einfluß ist, den die Fehlstellen auf die Nachbarpflanzen und ferner auf den Ertrag ausüben. Mit Schätzen und Mutmaßen ist uns wenig geholfen. Aus solcher Erkenntnis heraus ist es unbedingt nötig, daß diese Frage auf Grund von eingehenden und exakten Untersuchungen geklärt wird, um damit eine der Hauptfehlerquellen bei Hackfruchtversuchen klar zu erkennen und nach Möglichkeit ausschalten zu können.

## A.

## Der Einfluß der Fehlstellen in Kartoffelversuchen, festgestellt an Hand von Feldversuchen mit 2 Sorten und je 4 Standweiten.

### I.

Die Untersuchungen und Veröffentlichungen, die bisher betreffs der Frage nach dem Einfluß der Fehlstellen bei Hackfrüchten in der Literatur erschienen, sind nur sehr wenige und können keinesfalls befriedigen. Zum mindesten ist eine Ergänzung erforderlich. Um dies zu zeigen, muß ich mich, bevor ich das Ergebnis meiner eigenen Arbeit darlege, mit diesen Veröffentlichungen befassen.

Die erste Maßnahme zur Berücksichtigung des Einflusses der Fehlstellen in Hackfruchtversuchen findet sich in den von Grouven[7]) veröffentlichten Düngungsversuchen zu Zuckerrüben, die in den Jahren 1862, 1864 und 1865 auf seine Veranlassung hin in zahlreichen Wirtschaften angelegt worden sind. Zunächst weist Grouven mit aller Entschiedenheit die Meinung zurück, daß dort, wo ½ oder ⅓ der Rüben fehlen, die vorhandenen Pflanzen um so besser vom Boden ernährt, desto größer und schwerer würden, sodaß zuletzt die Ernte doch ebenso hoch ausfiele wie bei vollständigem Stande. Vielmehr fand er in seinen Versuchen bestätigt, daß dort, wo ½ oder ⅓ Satzstellen fehlten, auch der Durchschnittsertrag nur ein wenig mehr als ⅓—½ war. „Die Fehlstellenrüben waren nur selten ein wenig größer, ebenso häufig aber auch kleiner." Grouven sucht dafür folgende Erklärung: Ein Feld mit einem lückenhaften Bestand trocknet, da es die Vorteile der Beschattung nicht genießt, zu sehr aus; auch scheinen die Rübenwurzeln nicht das Vermögen zu haben, eine Peripherie von mehreren Fuß Durchmesser zu durchdringen und alle darin befindlichen Nährstoffe zu „assimilieren".

Da betreffs des Einflusses der Fehlstellen nur sehr wenig Versuche vorliegen, seien die Grouvenschen Versuche, obwohl sie über 60 Jahre zurückliegen, einer näheren Betrachtung unterzogen.

In den Versuchen von 1862 hatte jede Parzelle 1050 Satzstellen; die Zahl der Fehlstellen schwankte zwischen 0—63% und die Zahl der geernteten Rüben zwischen 400—1069 je Parzelle. Unter den insgesamt vorhandenen 627 Parzellen berechnet sich die Zahl der Fehlstellen bei

330 unter 10%, bei 183 zwischen 10 und 25%, bei 104 über 25 bis 63%. Diesen großen Schwankungen versucht nun Grouven in der Weise gerecht zu werden, daß er die „Ertragszahlen“ von den Parzellen, auf denen weniger als 700 Rüben geerntet wurden, „auf 700 Satzstellen erhöht, wobei immerhin 33%, das ist ein Maximum von Fehlstellen, bleiben“. Mit dieser Korrektur ist also der Fehler durchaus nicht beseitigt, sondern diese bedeutet lediglich eine willkürliche Erhöhung derjenigen Parzellenerträge, welche über 33% Fehlstellen aufwiesen. Auf eine eingehendere Korrektur glaubt Grouven verzichten zu können, weil er berechnete, daß die Mehrerträge — bei einer Annahme von 1050 Rüben je Parzelle und unter der Voraussetzung, daß das Gewicht jeder Fehlrübe ebenso groß gewesen sein würde wie das durchschnittliche Einzelrübengewicht der betreffenden Parzelle — „im Durchschnitt von 20 Feldern (= Parzellen) wesentlich zu denselben Zahlen hinführten, welche . . . ohne diese Reduktion erhalten“ sind.

Es fällt nun nicht schwer zu zeigen, daß diese Art der Berechnung mit Sicherheit zu einem Trugschluß führen mußte. Angenommen, es sei der Durchschnittsertrag von 20 gleichgedüngten Parzellen mit einer Düngung A höher als der von 20 anderen Parzellen mit einer Düngung B, und in beiden Reihen schwankten die Fehlstellenprozente zwischen 0 und 33%. Korrigiert man nun die Erträge der einzelnen Parzellen derart, daß man für jede Fehlstelle jedesmal das Durchschnittsgewicht der geernteten Pflanzen der zugehörigen Parzelle zum Ertrage hinzuzählt, zieht dann das Mittel aus allen so korrigierten 20 Parzellen sowohl der Düngung A, wie auch der Düngung B, so wird doch meist auch nach der vorgenommenen Korrektur der Durchschnittsertrag oder das Mittel aus den 20 Parzellen der Düngung A höher bleiben, als aus den 20 anderen Parzellen mit der Düngung B. Denn in der Regel werden auch bei der Verwendung von einer so großen Anzahl von Parzellen zur Erzielung des Durchschnitts die durchschnittlichen Fehlerprozente der Düngungen A und B nicht so weit auseinander liegen, daß sich bei Vergleichung der korrigierten Durchschnittserträge das Verhältnis umkehrt. Infolgedessen bleibt bei dem Vergleich zwischen wirklichem und korrigiertem Ertrag Düngung A der Düngung B überlegen.

In ähnlicher Weise bin ich bei dem Material in meiner Arbeit verfahren, indem ich die Durchschnittserträge einmal der Normalstauden und dann der ohne Berücksichtigung der Fehlstellen geernteten Stauden innerhalb der einzelnen Parzellen in Vergleich setzte (s. Tab. I, S. 9). Auch hier ergibt sich dasselbe Bild, daß bei solchen Durchschnittsberechnungen eine gewisse oberflächliche Übereinstimmung erhalten bleibt. Daraus aber den Schluß zu ziehen, wie es Grouven getan hat, daß man bei der Ertragsermittlung der einzelnen Parzellen die Fehlstellen unberücksichtigt lassen kann, ist immer sehr gewagt. Denn es bleibt hier wie dort die Tatsache bestehen, daß nur Ergebnisse, die unter gleichen

Tabelle I.

**Hauptversuch 1922.**

| Parzelle | | Einzelstaudenertrag g | Relativer Ertrag |
|---|---|---|---|
| I | **Sorte „Rheinland“:** | | |
| Standw. 30×60 cm | Normalstauden . . . . . | 674,52 | 100 |
| | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 730,36 | 100 |
| II | Normalstauden . . . . . | 829,09 | 122,9 |
| Standw. 40×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 918,08 | 125,7 |
| III | Normalstauden . . . . . | 954,09 | 141,4 |
| Standw. 50×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 1025,76 | 140,4 |
| IV | Normalstauden . . . . . | 1008,89 | 149,5 |
| Standw. 60×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 1088,05 | 148,9 |
| V | **Sorte „Deodara“:** | | |
| Standw. 30×60 cm | Normalstauden . . . . . | 629,12 | 100 |
| | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 678,03 | 100 |
| VI | Normalstauden . . . . . | 815,96 | 129,7 |
| Standw. 40×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 916,53 | 135,2 |
| VII | Normalstauden . . . . . | 916,97 | 147,7 |
| Standw. 50×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 1006,65 | 148,5 |
| VIII | Normalstauden . . . . . | 1092,10 | 173,6 |
| Standw. 60×60 cm | Stauden insgesamt ohne Berücksichtigung der Fehlstellen . . . . . | 1174,07 | 173,2 |

Bedingungen gewonnen sind, miteinander verglichen werden können, und daß man also niemals zu richtigen Schlüssen kommen kann, wenn etwa in der einen Parzelle 10 %, in der anderen 30 % Fehlstellen vorhanden sind.

Es muß demnach der Versuch Grouvens, den Einfluß der Fehlstellen auf den Ertrag auszuschalten, als gescheitert angesehen werden. Seine Schlußfolgerung, „die natürlichen Ertragszahlen als solche unangetastet zu lassen und nur in den äußersten Fällen selbige einer Korrektur zu unterziehen“, kann keineswegs befriedigen.

Bei Widerlegung des Grouvenschen Versuchs bin ich im großen und ganzen den Ausführungen Drechslers[5]) gefolgt. Dieser ist es

nun, der als Zweiter einen Versuch anstellt, um eine Korrektur zu finden, die als wirkliche Berichtigung in bezug auf den Einfluß der Fehlstellen in Hackfruchtversuchen gelten kann. Er geht dabei — es handelt sich auch hier wieder um Zuckerrübenversuche — von dem Durchschnittsgewicht der geernteten Rüben aus. Als erstes legt er sich die Frage vor, ob es richtig ist, das Durchschnittsgewicht der geernteten Pflanzen für die Leistungsfähigkeit der betreffenden Parzelle anzusetzen. Wäre dies richtig, so brauchte man nur, um den Einfluß der Fehlstellen zu berücksichtigen, die Zahl der fehlenden Rüben mit diesem Durchschnittsgewicht zu multiplizieren und das Ergebnis dem gefundenen Parzellenertrag hinzuzuzählen. Drechsler sieht sehr wohl ein, daß das Durchschnittsgewicht der geernteten Pflanzen niemals ein unbedingt zuverlässiger Ausdruck für die Leistungsfähigkeit einer Düngerwirkung oder einer Sorte sein kann, wenn auf der Parzelle Fehlstellen vorhanden sind. Er erachtet es als selbstverständlich, daß die einer Fehlstelle benachbarten Pflanzen, sofern diese nicht selber krank sind, infolge des ihnen zur Verfügung stehenden größeren Standraumes zur Mehrleistung gezwungen sind, daß sie sich um so kräftiger entwickeln, je früher die Fehlstelle entstanden ist. Es muß also demnach das Durchschnittsgewicht zu hoch erscheinen, wenn Fehlstellen in der betreffenden Parzelle vorhanden sind, und zwar um so höher, je größer die Anzahl der Fehlstellen ist. Es ist also falsch, eine Korrektur unter Berücksichtigung der Fehlstellen derart anzustellen, daß als Maß für die Fehlstellen das Durchschnittsgewicht der geernteten Rüben genommen wird; der hiernach berechnete Ertrag würde zu hoch ausfallen. Zu einem Vorschlag einer absolut richtigen Korrektur kommt auch Drechsler nicht. Er glaubt jedoch eine „relative" Berichtigung der wirklichen Erträge dadurch zu erzielen, daß er nicht das ganze Durchschnittsgewicht der geernteten Pflanzen einer Parzelle als mutmaßliches Gewicht einer Pflanze betrachtet, sondern einen „alliquoten Teil" des Durchschnittsgewichtes als Gewicht einer Fehlstelle dem wirklichen Ertrage hinzurechnet. So nimmt er als mutmaßlichen Ertrag einer Fehlstelle 75% des Durchschnittsgewichtes der geernteten Pflanzen einer jeden Parzelle an. Während diese Zahl 75 lediglich auf einer Schätzung beruht, kommt er in dem von ihm im Jahre 1880 angestellten Beispielsversuche für drei gleichmäßig ungedüngt gelassene Parzellen zu dem auffallend übereinstimmenden Ergebnis, daß als mutmaßlicher Ertrag einer Fehlstelle 78,8, 79,5 und 78,7% vom Durchschnittsgewicht der geernteten Rüben als Korrektur zu dienen habe. Im Durchschnitt aller Parzellen ergibt sich je nach seiner Methode der Verrechnung — diese selbst ist nicht angegeben — ein Prozentsatz von 62,9 oder 75,9%. Für die einzelnen Parzellen sind jedoch große Schwankungen von 8,1% bis 125,6% festgestellt. Weil solche „Ausnahmen" vorkommen, so kommt er zu dem Schluß, daß „eine völlig richtige Bewertung der Fehl-

stellen nach dem Durchschnittsgewicht der geernteten Pflanzen unmöglich ist".

Die angeführten Versuche lassen bereits deutlich erkennen, wie schwierig es ist, sichere Maßnahmen zu finden, die den Einfluß der Fehlstellen annähernd genau ausschalten. Daraus erklärt es sich denn auch, daß noch heute gerade in diesem Punkte die größte Unsicherheit herrscht. Diese Unsicherheit prägt sich besonders dadurch aus, daß man gar nicht imstande ist anzugeben, wie heute bei der Durchführung der Versuche in den meisten Fällen verfahren werden soll. Sicher ist, daß in der Mehrzahl der Versuche die Fehlstellen überhaupt keine Berücksichtigung finden. Vielfach hat man wohl, dem Beispiele Drechslers folgend, ohne nähere Prüfung einen willkürlichen Zuschlag — z. B. 75% des durchschnittlichen Rübengewichts für jede Fehlstelle — vorgenommen[4]). Auch v. Rümker[27]) strebte anfangs einen Ausgleich auf die Weise an, daß er für jede Fehlstelle dem Ertrag der betreffenden Parzelle ⅔ des Durchschnittsgewichts je Rübe hinzuaddierte. Pfeiffer[19]) äußert sich hierzu wie folgt: „. . . im übrigen empfehle ich beim Vorhandensein nur weniger Fehlstellen einen Ausgleich durch Verziehen — bzw. vielleicht auch als Notbehelf durch Nachpflanzen — der Rüben herbeizuführen, ein einfaches und sicheres Mittel, das ich selbst erprobt habe". Auch diesem Verfahren haftet, wie den anderen vorher genannten, eine große Unsicherheit an. Das Verziehen kann nur bei gedrillten Versuchen in Frage kommen; da aber nun in sehr vielen Fällen die Versuche so angelegt werden, daß nach dem Markeur die Rübenknäuel dorthin gelegt werden, wo später die Rübe auch stehen soll, so kann also hier nur von einem Nachpflanzen die Rede sein. Auch v. Rümker[10]) glaubte eine Zeitlang auf dem Wege wie Pfeiffer zum Ziele zu gelangen, doch ist er später von der Methode des Nachpflanzens gänzlich abgekommen. Ohne Zweifel wird auch der Fehler durch Nachpflanzen nur zu einem sehr geringen Teil ausgebessert, denn, wie die Erfahrung lehrt, bringen gepflanzte Rüben nie so hohe Erträge wie gedrillte, selbst wenn das Auspflanzen bei günstigen Witterungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen vorgenommen wird. Weiter bedarf es wohl kaum der Erwähnung, daß entgegen allen Bemühungen auch später nach dem Vereinzeln neue Fehlstellen auf mannigfache Weise entstehen können, sodaß der Fehlstellen-Fehler gleichwohl auszugleichen bleibt. Wie groß die Fehlstellenzahl trotz der größten Sorgfalt bei der Arbeit sein kann, zeigt Leidner[10]) an Hand einer Tabelle, die über v. Rümkers ältere Futterrübenanbauversuche (1904—1909) aufgenommen ist. Die angeführten Zahlen der nach dem Vereinzeln entstandenen Fehlstellen von insgesamt 50 genannten Sorten sind hiernach teilweise recht hoch und sind innerhalb der einzelnen Jahre großen Schwankungen unterworfen. Es schwankt z. B. die Zahl der Fehlstellen auf den jeweils 10 qm großen Parzellen der einzelnen Sorten in den Jahren 1904 und 1908 von 0 bis 15 und in den Jahren 1905 und 1909 nur von 0 bis 7.

Aus diesen Erwägungen heraus bezweifelt v. Rümker — ich schließe mich dieser Erkenntnis durchaus an — die Zweckmäßigkeit und Sicherheit des von Pfeiffer vorgeschlagenen Verfahrens. Da aber auch das Verfahren, jede Fehlstelle nach einem bestimmten Maßstabe (etwa ⅔ oder ¾) des durchschnittlichen Rübengewichts zu berechnen, nicht befriedigen konnte, so suchten v. Rümker und seine Mitarbeiter[28]) — von diesen besonders Leidner[10]) — durch „Hineinernten von Rüben in die Fehlstellen" die Fehlerquelle auszuschalten. Bei diesem Verfahren „ohne Anwendung von Schätzung und Rechnung" soll folgendermaßen verfahren werden: Für alle Parzellen werden von vornherein, also bei Anlage der Versuche, sogenannte „Reservestreifen" vorgesehen, die in gleicher Weise wie die Parzellen selbst bestellt und behandelt werden. Kurz vor der Ernte des Versuchs werden die einzelnen Parzellen auf Fehlstellen abgesucht. Dort, wo nun eine Fehlstelle angetroffen wird, wird eine Pflanze aus dem zur gleichen Parzelle gehörigen Reservestreifen hineingeerntet. Dieses Hineinernten von Pflanzen in die Fehlstellen darf keinesfalls „planlos und mechanisch" erfolgen, sondern hat stets „individuell" zu geschehen; das heißt dort, wo die einer Fehlstelle angrenzenden Rüben im Verhältnis zu den übrigen Pflanzen der betreffenden Parzelle viel größer entwickelt sind, wird man als Ersatz eine kleinere Rübe zu wählen haben, weil diese Fehlstelle schon vor oder sehr bald nach dem Vereinzeln entstanden ist, und da deshalb die Nachbarpflanzen an Licht, Luft und Nährstoff schon sehr früh begünstigt worden sind. In einem anderen Falle, wo u. U. beide Nachbarpflanzen keine solche „sichtbaren" Begünstigungen erkennen lassen, wird man eine „Füllrübe" wählen, die ungefähr dasselbe Gewicht zu haben scheint, wie die Mehrzahl der in der Nähe der Fehlstellen stehenden Rüben. In solcher Weise sollen überall die Fehlstellen „individuell" ausgefüllt werden. Leidner sagt zum Schlusse selbst über dieses Verfahren wörtlich: „Ausgeführt kann diese Arbeit selbstredend nur von dem Versuchsleiter selber oder einer dafür besonders herangebildeten Hilfskraft werden. Das Verfahren ist subjektiv — jedoch mit dem objektiven Bestreben, nach bestem Können und Wissen, ‚keinem zu Liebe und keinem zu Leide' — zu handeln."

Mit diesen Worten ist das Verfahren eigentlich schon treffend charakterisiert. Es bleibt immer eine „Schätzung" ohne die Gewißheit und Sicherheit, die unbedingt angestrebt werden muß. Daß mit dieser Methode bei sorgfältigster Arbeit — aber nur dann! — gute Erfolge zu erzielen sind, namentlich in solchen Fällen, wo nur ein geringer Prozentsatz von Fehlstellen zu berücksichtigen ist, soll nicht bezweifelt werden. Es fragt sich jedoch, ob es nicht ein besseres Verfahren mit größerer Sicherheit gibt. Jedenfalls halte ich jenes Verfahren, das seit mehreren Jahren bereits auf dem Versuchsfeld in Halle in Anwendung ist und das auch von Remy[21, 22]) und Oetken[15]) benutzt wird, für besser und die gewonnenen Ergebnisse für zuverlässiger. Auf Grund dieses Ver-

fahrens wird der störende Einfluß der Fehlstellen dadurch vermieden, daß nur solche Pflanzen zur Gewichtsbestimmung geerntet werden, die an keiner Seite an Lücken grenzen. Ich komme am Schlusse meiner Arbeit nochmals auf diese Erntemethode — für Kartoffeln angewandt — zurück.

Auch Pfeiffer und Simmermacher[19]), die noch in der neueren Zeit nach dem Einfluß der Fehlstellen auf den Ertrag geforscht haben, halten auf Grund ihrer Untersuchungen eine rechnerische Korrektur für unmöglich. Aber auch sie stellen eine Gewichtszunahme der um eine Fehlstelle gewachsenen Pflanzen fest und schlagen — namentlich für Sortenversuche — eine möglichst enge Standweite vor, weil, wie sie glauben, ein Ausgleich um so sicherer erreicht wird, je größer die Zahl der Pflanzen je Flächeneinheit ist, und weil bei engem Stande die Fehlstellen durch Mehrleistung der umstehenden Pflanzen fast gänzlich ausgeglichen werden. Diese letztere Annahme der Forscher trifft jedoch nicht ganz zu, wie ich später bei der Besprechung meiner Arbeit zeigen kann. Zudem ist die Zahl der untersuchten Pflanzen zu gering, so daß schon aus diesem Grunde die Feststellungen keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit machen können.

Mit Ausnahme der beiden Arbeiten von Biederbeck[3]) und dem Amerikaner F. C. Stewart[33, 34]), deren Besprechung ich wegen eines besseren Zusammenhanges mit den eigenen Untersuchungen weiter unten folgen lasse, glaube ich auf Grund einer eingehend vorgenommenen Durchsicht mit den bisherigen Ausführungen sämtliche wichtigen Veröffentlichungen der Literatur, die sich mit der Frage nach dem Einfluß der Fehlstellen und deren Berücksichtigung befassen, Erwähnung getan zu haben. Die Arbeit von Biederbeck (vgl. Anm. oben), die ebenfalls auf Anregung und Veranlassung von Professor Roemer — in ähnlicher Weise wie die eigene — speziell mit Zuckerrüben angefertigt worden ist, soll mir bei der später folgenden Darlegung als Unterlage dienen, auf welcher ich Vergleiche anstelle, inwieweit betreffs des Einflusses der Fehlstellen analoge Verhältnisse bei Zuckerrüben und Kartoffeln vorliegen. Die Untersuchungen von Stewart[33]) sind ganz besonders wichtig, da sie die einzigen sind, welche schon früher an Hand von Kartoffelversuchen angestellt worden sind, und weil sie, obwohl die Resultate auf anderem Wege gewonnen sind, eine sehr gute Übereinstimmung und Ergänzung der eigenen Arbeit darstellen.

## II.

Zur Klärung der Frage nach dem Einfluß der Fehlstellen bei Kartoffeln wurden von mir im Jahre 1922 1¼ Morgen umfassende Anbauversuche auf dem Versuchsfeld des Instituts für Pflanzenbau zu Halle durchgeführt.

Um möglichste Zuverlässigkeit in der Auswertung der praktischen Ergebnisse zu erreichen, wurden die Versuche mit zwei Sorten, außerdem

bei beiden Sorten mit vier verschiedenen Standweiten angelegt. Bei der Wahl der Standweiten mußten namentlich diejenigen Berücksichtigung finden, die in der großen Praxis des Kartoffelbaues besonders gebräuchlich sind. Um eine einheitliche Durchführung der Hack- und Häufelarbeiten zu gewährleisten, wurde im ganzen Versuch die gleiche Reihenweite (60 cm) beibehalten. Die Entfernung in der Reihe betrug:

in der I. und V. Parzelle 30 cm,
„ „ II. „ VI. „ 40 cm,
„ „ III. „ VII. „ 50 cm,
„ „ IV. „ VIII. „ 60 cm.

Die Zahl der Pflanzstellen war in allen Parzellen je Reihe 54, von denen jedoch nach Ausschalten von je zwei Randpflanzen am oberen und unteren Ende der Reihe nur 50 bei der Ernte Berücksichtigung fanden. Der ganze Versuch wurde umgeben von einem Randmantel von mindestens 3 Reihen (= 1,80 m), sodaß eine Randbeeinflussung nicht eintreten konnte. Zwischen Parzelle IV und V wurden zur besseren Kenntlichmachung der beiden Sorten zwei blinde Pflanzstellen gelassen, ebenso am Anfang der ersten Parzelle und am Ende der letzten.

Um eine größere Verschiedenheit zwischen den beiden Versuchssorten zu haben, wurden auf den Parzellen I—IV die gelbfleischige, weniger stärkereiche und weniger krautwüchsige Speisekartoffel „Rheinland“ (Industrie-Typ) und in den Parzellen V—VIII die weißfleischige, krautwüchsige und mehr Stärke enthaltende „Deodara“ (Imperator-Typ) angebaut. Die Sorte „Rheinland“ war durch die Versuchswirtschaft des Instituts als anerkannter 1. Nachbau von Muhlendorf, „Deodara“ ebenfalls als anerkannter 1. Nachbau von Groß-Lübars im Frühjahr bezogen worden. Das Saatgut war einwandfrei. Zu erwähnen ist, daß die Pflanzknollen der „Deodara“ größer waren als die der Sorte „Rheinland“.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein humoser, sandiger, tiefgründiger Lehmboden.

Vorfrucht: Spätlein nach Wickroggen. Düngung: Neben einer Stallmistgabe von 240 dz je Hektar — am 20. Dezember untergebracht — wurden am 14. Dezember 4 dz je Hektar schwefelsaures Kali und am 7. Juni als Kopfdüngung 2 dz je Hektar schwefelsaures Ammoniak verabfolgt.

Das Pflanzen der Kartoffeln erfolgte mit dem Spaten nach dem Markeur am 4. Mai.

Bearbeitung: am 5. Mai Schleppen; am 16. und 22. Mai Eggen; am 2. Juni Igeln; am 20. und 30. Juni Häufeln; am 18. Juli Unkrautziehen.

Vegetationsverlauf:

1. „Rheinland“: Aufgang am 30. Mai nicht ganz gleichmäßig; einige Pflanzen liefen mehrere Tage später auf, was wohl in erster Linie auf den Einfluß einiger feuchter Stellen im Acker zurückzuführen war. Die Entwicklung der jungen Pflanzen setzte nur langsam ein, um jedoch nach

etwa 14 Tagen kräftig aufzuholen. Am 9. Juni wurden im Bestande drei an Schwarzbeinigkeit erkrankte Pflanzen gezählt. Andere Krankheitserscheinungen traten nicht auf. Da nur wenige Fehlstellen von Natur vorhanden waren, mußten solche künstlich eingeschaltet werden, was in der Zeit vom 8. bis 10. Juni geschah. Die spätere Entwicklung verlief regelmäßig; der Bestand war jedoch nicht so ausgeglichen wie der der anderen Vergleichssorte.

2. „Deodara“: Aufgang drei Tage früher, am 27. Mai, mit sofort kräftig einsetzender, gleichmäßig guter Entwicklung. Da auch hier fast keine Fehlstellen von Natur vorhanden waren, mußten solche in der Zeit vom 3. bis 5. Juni künstlich eingeschaltet werden. Am 12. Juni trat an vereinzelten Stellen, allerdings nur für einige wenige Tage sichtbar, eine eigenartige Krankheitserscheinung physiologischer Natur — Welken einzelner Blätter ähnlich Kaliarmut — auf, der aber keine weitere Bedeutung beizumessen ist. Üppige Krautentwicklung. Der Bestand gewährte während der ganzen Vegetation das beste Aussehen.

Die Einschaltung der Fehlstellen wurde, soweit möglich, in systematischer Weise vorgenommen. Durchweg wurde in den einzelnen Reihen jede zehnte Pflanze entfernt, jedoch so, daß eine gegenseitige Beeinflussung von Fehlstellen benachbarter Reihen vermieden wurde. Da im Bestande einzelne Fehlstellen von Natur aus vorhanden waren und auch in der späteren Entwicklung vereinzelte neue hinzukamen, so ist die angestrebte gleichmäßige Verteilung der Fehlstellen mehr oder weniger verwischt und tritt in den Tabellen kaum noch in Erscheinung. Bei Einschaltung der Fehlstellen mußte damit gerechnet werden, daß in der späteren Entwicklung nachträglich etwa noch so viele Lücken eintreten könnten, daß die Zahl der allseitig im Verband gewachsenen Stauden zu gering würde. Aus diesem Grunde mußte die Einschaltung einer größeren Zahl von Fehlstellen unterbleiben. Da aber wider Erwarten nur sehr wenige Fehlstellen nachträglich auftraten, so muß die in manchen Reihen nur geringe Zahl wohl oder übel in Kauf genommen werden.

Vor der Ernte wurden die Fehlstellen parzellen- und reihenweise in ihrer natürlichen Anordnung numeriert und in einen besonderen Feldplan eingezeichnet.

Die Ernte erfolgte in der Zeit vom 10. bis 26. Oktober. Es wurden immer nur etwa 10 bis 20 Reihen aufgerodet, diese im Laboratorium verarbeitet, und dann erst wurden neue Reihen aufgenommen. Das Aufroden der Kartoffeln ging in folgender Weise vor sich: Um der Gefahr einer Vermengung zu begegnen, wurden niemals zwei unmittelbar benachbarte Reihen zu gleicher Zeit gerodet. Es wurde streng darauf geachtet, daß immer die Knollen der einen Pflanze aufgenommen waren, bevor die nächste Staude in Angriff genommen wurde. Die Knollen wurden pflanzenweise in kleine Leinenbeutel gesammelt. In jeden Beutel kam zu dem betreffenden Ertrag einer Staude ein aus starker Pappe bestehendes

Schild, das mit Tusche gemalt, die Standnummer der Pflanze in der betreffenden Reihe angab. Die Schilder waren vor ihrer Aushändigung reihenweise geordnet, indem die Nummern der Fehlstellen, die an Hand des Feldplanes festgestellt waren, bereits entfernt waren. Ich hatte auf diese Weise eine doppelte Kontrolle. Die einzelnen Beutel wurden gut zugebunden und blieben zunächst noch auf der ursprünglichen Pflanzstelle liegen. Erst nachdem alle Stauden einer Reihe aufgerodet und mit Nummern versehen in die Beutel aufgenommen waren, wurden die Beutel dieser Reihe zusammen in einen Erntesack gelegt. Der Erntesack trug auf einem besonderen Anhänger Angabe der Parzelle und der Reihennummer. Auf diese verhältnismäßig einfache Weise konnte stets eine größere Anzahl von Reihen aufgenommen und zusammen ins Laboratorium geschafft werden, wo mit Leichtigkeit die einzelnen Reihen und in diesen wieder die Knollen einer jeden Pflanze erkannt werden konnten.

Um jegliche Fehler zu vermeiden, wurde stets mit der größten Sorgfalt und unter ständiger Kontrolle das Aufroden der Kartoffeln, das Numerieren der Beutel usw. vorgenommen. Bei sämtlichen Arbeiten auf dem Felde wie im Laboratorium standen mir Arbeiterinnen der Pflanzenzuchtstation zur Verfügung, die an ein äußerst sorgfältiges und genaues Arbeiten gewöhnt sind.

Auch im Laboratorium gestaltete sich die weitere Verarbeitung in ebenso systematischer Weise. Zunächst wurden sämtliche Kartoffeln sauber gewaschen, wobei wieder darauf gesehen wurde, daß eine Vermengung der Knollen verschiedener Pflanzen nicht stattfinden konnte. Die sauber gewaschenen Kartoffeln kamen mit den ihnen auf dem Felde gegebenen Standnummern in Tonschalen, die gerade groß genug waren, um den Ertrag einer Staude gut aufnehmen zu können. Bevor zur Gewichtsfeststellung geschritten wurde, waren die Kartoffeln in diesen Tonschalen auf dem Laboratoriumstisch so geordnet hingestellt, daß die Fehlstellennummern mit dem Feldplan übersichtlich verglichen werden konnten. Gleichzeitig wurden die Knollen auf etwa anhaftende Krankheitserscheinungen untersucht. — Kranke Stauden, die im ganzen nur selten waren, wurden zur Untersuchung nicht herangezogen. — So geprüft wanderten die Knollen in den Schalen zur Waage. Das festgestellte Gewicht — bis auf 1 g ausgewogen — wurde in vorher angefertigte Tabellen eingetragen. Hierauf wurden die Knollen wiederum in die nummerierten Tonschalen zurückgelegt und zur Stärkewage weitergegeben. Die Untersuchung auf Stärke wurde nach dem spezifischen Gewicht nach dem bekannten Verfahren von R e i m a n n u. a. vorgenommen. Um auch hierbei möglichst alle Fehler zu vermeiden, wurde stets der Gesamtknollenertrag jeder einzelnen Staude unter Wasser gewogen. Zum Wiegen benutzte ich zunächst eine kleine Reimannsche Dezimalwaage, wie sie früher auf der

Tabelle II.

**Zusammenstellung der Endergebnisse.**

| Sorte und Standweite | Bei der Verrechnung berücksichtigt | Gewicht Mittel aus Reihenmitteln g | Mittl. Fehler des Mittels in g | Mittl. Fehler des Mittels in % | Anzahl | Stärkegehalt Mittel aus Reihenmitteln % | Mittl. Fehler des Mittels in % Stärke | Mittl. Fehler des Mittels in % Fehler | Anzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parz. I | 1. Normalstauden | *674,52* | *13,03* | *1,93* | *393* | *15,28* | *0,145* | *0,94* | *390* |
| Rheinland | 2. einseit. F.-Stauden | **811,95** | **38,30** | **4,71** | **182** | **15,48** | **0,168** | **1,09** | **182** |
| Standweite | 3. zweiseit. F.-Stauden | **1 006,71** | **62,93** | **6,25** | **25** | **14,34** | **0,370** | **2,58** | **25** |
| 30×60 cm | 4. ohne Berücksichtigung | | | | | | | | |
| 15 Reihen | der Fehlstellen | 730,36 | 17,15 | 2,35 | 600 | 15,46 | 0,118 | 0,76 | 597 |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. II | 1. wie oben | *829,09* | *16,71* | *2,01* | *367* | *15,20* | *0,113* | *0,74* | *367* |
| Rheinland | 2. „ „ | **1 028,98** | **38,45** | **3,75** | **201** | **14,91** | **0,080** | **0,54** | **201** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 252,72** | **83,84** | **6,69** | **25** | **14,66** | **0,128** | **0,87** | **25** |
| 40×60 cm | 4. „ „ | 918,08 | 22,13 | 2,41 | 593 | 15,09 | 0,090 | 0,60 | 593 |
| 15 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. III | 1. wie oben | *954,09* | *17,94* | *1,88* | *423* | *15,18* | *0,071* | *0,47* | *422* |
| Rheinland | 2. „ „ | **1 146,00** | **47,22** | **4,12** | **169** | **15,02** | **0,062** | **0,41** | **169** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 442,17** | **161,53** | **11,20** | **20** | **14,65** | **0,220** | **1,50** | **20** |
| 50×60 cm | 4. „ „ | 1 025,76 | 20,70 | 2,02 | 612 | 15,19 | 0,080 | 0,52 | 611 |
| 15 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. IV | 1. wie oben | *1 008,89* | *25,52* | *2,53* | *417* | *15,04* | *0,081* | *0,54* | *412* |
| Rheinland | 2. „ „ | **1 213,27** | **44,30** | **3,65** | **172** | **14,86** | **0,155** | **1,04** | **170** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 465,19** | **121,81** | **8,31** | **20** | **14,84** | **0,227** | **1,53** | **20** |
| 60×60 cm | 4. „ „ | 1 088,05 | 27,72 | 2,55 | 609 | 14,98 | 0,079 | 0,53 | 602 |
| 15 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. V | 1. wie oben | *629,12* | *7,40* | *1,18* | *627* | *16,99* | *0,159* | *0,94* | *626* |
| Deodara | 2. „ „ | **755,15** | **23,76** | **3,15** | **283** | **16,66** | **0,130** | **0,78** | **282** |
| Standweite | 3. „ „ | **977,00** | **59,53** | **6,09** | **28** | **16,21** | **0,289** | **1,78** | **28** |
| 30×60 cm | 4. „ „ | 678,03 | 11,72 | 1,73 | 938 | 16,87 | 0,151 | 0,89 | 936 |
| 23 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. VI | 1. wie oben | *815,96* | *11,29* | *1,38* | *636* | *16,89* | *0,091* | *0,54* | *635* |
| Deodara | 2. „ „ | **1 105,99** | **34,08** | **3,08** | **293** | **16,42** | **0,093** | **0,56** | **290** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 247,06** | **79,66** | **6,39** | **24** | **16,49** | **0,138** | **0,83** | **24** |
| 40×60 cm | 4. „ „ | 916,53 | 19,05 | 2,07 | 953 | 16,74 | 0,076 | 0,45 | 949 |
| 23 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. VII | 1. wie oben | *916,97* | *11,96* | *1,30* | *676* | *17,39* | *0,134* | *0,77* | *675* |
| Deodara | 2. „ „ | **1 205,17** | **44,00** | **3,65** | **268** | **17,12** | **0,128** | **0,75** | **264** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 312,68** | **81,91** | **6,24** | **20** | **17,16** | **0,279** | **1,63** | **20** |
| 50×60 cm | 4. „ „ | 1 006,65 | 18,48 | 1,83 | 964 | 17,31 | 0,123 | 0,71 | 959 |
| 23 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |
| Parz. VIII | 1. wie oben | *1 092,10* | *15,88* | *1,46* | *651* | *17,42* | *0,107* | *0,61* | *649* |
| Deodara | 2. „ „ | **1 348,03** | **36,57** | **2,71** | **273** | **17,15** | **0,131** | **0,76** | **271** |
| Standweite | 3. „ „ | **1 446,35** | **91,60** | **6,33** | **30** | **17,20** | **0,220** | **1,28** | **30** |
| 60×60 cm | 4. „ „ | 1 174,07 | 20,86 | 1,77 | 954 | 17,34 | 0,105 | 0,60 | 950 |
| 23 Reihen | | | | | | | | | |
| je 50 Pfl. | | | | | | | | | |

Pflanzenzuchtstation zur Stärkebestimmung von Einzelstauden gebraucht worden war. Doch zeigten gleich die ersten Wägungen, daß mit dieser ein schnelles und exaktes Arbeiten kaum möglich war. Bei dem geringen Gewicht der Knollen (unter Wasser) war das Hantieren mit den kleinen Zehntelgrammgewichten sehr umständlich, der Zeigerausschlag zu ungenau, der überdies auf jeden geringsten Lufthauch ganz unbestimmt reagierte. Wiederholte Probewägungen bestätigten diese Unsicherheit. Aus diesem Grunde halte ich eine Dezimalwaage zur einwandfreien Stärkebestimmung von Einzelstauden nicht für ausreichend. Dagegen kann ich die von Professor Holdefleiß in seinem Laboratorium benutzte Stärkewaage, die mir zur Verfügung gestellt wurde, wegen ihrer Handlichkeit und größeren Zuverlässigkeit sehr empfehlen. Es ist dies eine einfache Laboratoriumswaage (Balkenwaage), bei der an dem einen Balken statt der Wiegeschale an einem Draht ein flaches Körbchen von Drahtgeflecht abnehmbar aufgehängt wird und nun in Wasser eintaucht. Zum Austarieren dient ein kleines Fläschchen mit Bleikügelchen, das ebenfalls abnehmbar an diesem Wiegebalken hängt. Mit dieser „selbstgemachten" Stärkewaage konnte ich meine sämtlichen Stärkebestimmungen schnell und zuverlässig ausführen.

Im ganzen sind zur Untersuchung 8500 Pflanzstellen herangezogen worden, und zwar 3000 Pflanzstellen der Sorte „Rheinland" — je 15 Reihen zu 50 Pflanzen in 4 Standweiten — und 5400 der Sorte „Deodara" — je 27 Reihen zu je 50 Pflanzen in 4 Standweiten. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in den Tabellen aufgeführt, die als Anhang dieser Arbeit beigefügt sind. Die Tabellen enthalten auf der Vorderseite die Gewichts- und auf der Rückseite die Stärkegehaltsbestimmungen.

Tabelle I—IV enthält in der Reihenfolge von der niedrigsten bis zur höchsten Standweite die Ergebnisse der Sorte „Rheinland"; in Tabelle V bis VIII sind in gleicher Anordnung die Ergebnisse der Sorte „Deodara" aufgeführt. Die einzelnen Fehlstellen sind mit x bezeichnet; das Zeichen 0 gibt solche Pflanzstellen an, deren Knollen wegen Krankheit oder durch besondere Zufälligkeiten bei der Verarbeitung ausgeschaltet werden mußten, ohne eigentliche Fehlstellen zu sein. Zum besseren Vergleich habe ich in einer besonderen Tabelle (Tabelle II) die Endergebnisse der einzelnen Parzellen übersichtlich zusammengestellt. In dieser ist unterschieden worden, entsprechend für alle Parzellen:

1. Normalstauden, d. h. von Fehlstellen nicht beeinflußte Stauden (schrägstehende Ziffern);
2. einseitige F.-Stauden, d. h. Stauden, die nur von einer Fehlstelle beeinflußt sind (halbfette Ziffern);
3. zweiseitige F.-Stauden, d. h. Stauden, die von zwei Fehlstellen beeinflußt sind (Fraktur-Ziffern);
4. Durchschnittsstaudengewicht ohne Berücksichtigung des Einflusses der Fehlstellen.

Die Endergebnisse der einzelnen Parzellen sind so errechnet worden, daß aus jeder einzelnen Reihe das Mittel und aus diesen Reihenmitteln das endgültige Mittel gezogen worden ist.

III.

Zur Untersuchung auf die Genauigkeit der verschiedenen Ergebnisse ist der mittlere Fehler des Mittels zugrunde gelegt worden. Die Errechnung dieses ergibt sich nach der Formel:

$$m = \sqrt{\frac{\Sigma a^2}{n(n-1)}}$$

Darin bedeutet:

m = mittlerer Fehler des Mittels,
Σ = Summationszeichen,
a = Abweichung der Einzelbeobachtung (in diesem Falle Reihenmittel) vom Mittel,
n = Zahl der Einzelbeobachtungen (in diesem Falle Reihenmittel).

Da innerhalb einzelner Berechnungen nur wenig Einzelbeobachtungen vorliegen, wäre es unter Umständen zweckentsprechender gewesen, in diesen Fällen das Mittel aus den Reihensummen zu errechnen. Doch glaubte ich von dieser Maßnahme Abstand nehmen zu können, da einerseits durch die Rechenarbeit die Übersichtlichkeit und ein Durchfinden durch das Zahlenmaterial erschwert wäre und andererseits eine Probe, die ich in Parzelle V, auf diese Weise errechnet, anstellte, so geringe Unterschiede brachte, daß keine größere Sicherheit der Ergebnisse dadurch vorhanden zu sein schien. Es würde sich zudem der mittlere Fehler des Mittels, da bei Errechnung aus den Reihensummen eine weit größere Anzahl von Einzelbeobachtungen vorliegen, zweifellos geringer stellen. Demnach darf ich mit Recht annehmen, daß die von mir verwandten mittleren Fehler des Mittels wohl als das Mindestmaß der Genauigkeit anzusprechen sind.

Es sei nunmehr zunächst untersucht, wie weit im einzelnen die gefundenen Resultate Genauigkeit beanspruchen können. Um eine bessere Übersicht zu behalten, behandle ich jede Versuchssorte für sich. Bei „Rheinland“ sind jeweils in den 4 Parzellen 750, also im ganzen 3000 Pflanzstellen zur Untersuchung herangezogen worden. Der mittlere Fehler des Mittels schwankt innerhalb der einzelnen Mittel für die Normalstauden zwischen 13,03 und 25,52 g, in Prozenten ausgedrückt zwischen 1,88 und 2,53 %, im Mittel also 2,21 %. m % steht demnach unter dem von R o e m e r geforderten Mindestgenauigkeitsmaß von 3 %. (Feldversuch 1920, S. 26.) Auch die Schwankungen innerhalb der ohne Berücksichtigung der Fehlstellen verrechneten Stauden sind nicht viel höher; m % bewegt sich von 2,02 bis 2,55 %, ist im Durchschnitt nur 2,28 %, also wiederum recht gering.

Es ist bekannt, daß besonders in Hackfruchtversuchen und hier wieder besonders bei Kartoffelversuchen das Genauigkeitsmaß sehr von der

Anzahl der untersuchten Pflanzen abhängt. Zur näheren Erläuterung diene folgende Gegenüberstellung:

Tabelle III.

| Sorte und Standweite | bei der Verrechnung berücksichtigt | Mittel aus Reihenmitteln g | Mittl. Fehler des Mittels in g | Mittl. Fehler des Mittels in % | Anzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle I | 1. Normalstauden | 674,52 | 13,03 | 1,93 | 393 |
| Rheinland | 2. von kl. Stauden beeinfl. St. | 847,42 | 46,91 | 5,53 | 81 |
| 30×60 cm | 3. nach Ausschaltung verbl. St. | 737,14 | 22,63 | 3,10 | 312 |
| Parzelle II | 1. wie oben | 829,09 | 16,71 | 2,01 | 367 |
| Rheinland | 2. „ „ | 1139,17 | 51,57 | 4,61 | 50 |
| 40×60 cm | 3. „ „ | 854,39 | 18,81 | 2,25 | 317 |
| Parzelle III | 1. wie oben | 954,09 | 17,94 | 1,88 | 423 |
| Rheinland | 2. „ „ | 1195,85 | 73,19 | 6,12 | 32 |
| 50×60 cm | 3. „ „ | 984,42 | 19,26 | 1,95 | 391 |
| Parzelle V | 1. wie oben | 629,12 | 7,40 | 1,18 | 627 |
| Deodara | 2. „ „ | 735,35 | 31,05 | 4,22 | 77 |
| 60×60 cm | 3. „ „ | 663,13 | 9,35 | 1,41 | 550 |

Nachdem ich festgestellt hatte, daß auch die Stauden mit geringem Ertrag von Einfluß auf die Nachbarstauden sind — auf diese Feststellung werde ich später zurückkommen —, habe ich diese samt den von ihnen beeinflußten Nachbarstauden aus der Reihe der Normalpflanzen herausgenommen in der Annahme, daß ich nach Ausschaltung auch dieser Fehlerquelle den mittleren Fehler des Mittels drücken würde. Tabelle III (s. o.), in der die Einzelstaudengewichte der Normalen denen der nach obiger Ausschaltung verbleibenden Stauden gegenübergestellt sind, zeigt jedoch, daß der mittlere Fehler des Mittels nicht geringer wurde. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß die angegebenen Zahlen der letzten Reihe der Tabelle in bezug auf die wahre Ertragsleistung (nach Ausschaltung der Fehlstellen und kleinen Stauden) der betreffenden Parzellen richtiger sind. Gleichwohl ist m% höher. Es ist dies ein sicheres Zeichen dafür, daß die Pflanzenzahl bei Kartoffelversuchen für die Höhe des mittleren Fehlers des Mittels, also für die Genauigkeit der Versuchsergebnisse von der größten Bedeutung ist. Es kann deshalb nicht weiter verwundern, daß m % bei Verrechnung der F.-Stauden größer als 3% ist, und um so größer, je niedriger die Frequenz ist. m der einseitigen F.-Stauden beträgt im Durchschnitt dieser Sorte gleichwohl nur wenig über 4%.

Bei „Deodara“ sind ursprünglich für jede Parzelle 27 Reihen zu je 50 = 5400 Pflanzstellen zur Untersuchung herangezogen worden. Es mußten jedoch später in diesen vier Parzellen die Reihen 14—17 ausgeschaltet werden, da hier der Boden deutliche Ungleichmäßigkeiten infolge

einer Zusammenschlagsfurche erkennen ließ. Während der Vegetation konnten diese Ungleichmäßigkeiten an dem Stand nur schwach beobachtet werden. Aus der Gegenüberstellung der errechneten Einzelstaudenerträge, von denen die für die Normalstauden errechneten in der Tabelle IV (siehe nächste Seite) aufgeführt sind, geht jedoch hervor, daß diese vier Reihen das Ergebnis in allen vier Parzellen nach der schlechten Seite hin stark beeinträchtigen. Einheitlich wird das Genauigkeitsmaß m % in allen Parzellen im Durchschnitt um 0,5 % herabgedrückt. Aus diesem Grunde sind in der Tabelle II (S. 16a) Reihe 14—17 ausgelassen und nicht 27 Reihen, sondern nur 23 Reihen zu je 50 Pflanzstellen, also insgesamt 4600 Pflanzstellen angeführt.

Daß die mittleren Fehler des Mittels bei den Ergebnissen dieser Sorte kleiner sein müssen, ist wegen der größeren Reihenzahl zu erwarten. Der mittlere Fehler des Mittels der Normalstauden schwankt innerhalb der vier Parzellen zwischen 7,40 und 15,88 g; m % ist im Durchschnitt nur 1,32 %, also sehr gering. Auch die Fehler der ohne Berücksichtigung geernteten Stauden sind sehr gering; im Durchschnitt ist hier m % = 1,90 %. Bei dieser Sorte bleibt selbst der mittlere Fehler des Mittels der einseitigen F.-Stauden nahe der geforderten Grenze; er beträgt im Durchschnitt 3,15 %. Bei der Besprechung der Vegetationsverhältnisse hatte ich bereits auf die Überlegenheit dieser Sorte hingewiesen; diese geht aber auch aus dem im ganzen geringeren mittleren Fehler des Mittels hervor.

Die Genauigkeit der Ergebnisse der Stärkebestimmung ist allenthalben hinreichend. m % ist noch nicht einmal 1 % und nur in den Verrechnungen mit geringer Pflanzenzahl ein wenig größer, aber stets kleiner als 3 %.

## IV.

1. Nachdem die Ergebnisse der Versuche in bezug auf ihr Genauigkeitsmaß einer kritischen Betrachtungi unterzogen sind, seien diese im einzelnen praktisch ausgewertet. Insonderheit suche ich folgende Fragen zu beantworten, die auch in der früher erwähnten Arbeit von Biederbeck[3]) entsprechend bei Zuckerrüben, Beantwortung gefunden haben:

1. Wie groß ist innerhalb der einzelnen Standweiten der Einfluß der Fehlstellen auf das Gewicht und den Stärkegehalt der Nachbarpflanzen?
2. Ist auf Grund der Feststellungen eine rechnerische Korrektur zur Ausschaltung von Fehlstellen möglich?

Aus den gefundenen Ergebnissen geht zunächst einwandfrei hervor, daß der Einfluß der Fehlstellen auf die Nachbarstauden in der Reihe recht beträchtlich ist, da die

Tabelle IV.

| Normalstauden der Sorte Deodara | | Mittel aus Reihenmitteln g | Mittlerer Fehler des Mittels in g | Mittlerer Fehler des Mittels in % | Anzahl |
|---|---|---|---|---|---|
| Parzelle V Standweite 30×60 cm | 27 Reihen | 613,68 | 10,69 | 1,74 | 741 |
| | 23 „ | 629,12 | 7,40 | 1,18 | 627 |
| Parzelle VI Standweite 40×60 cm | 27 Reihen | 796,84 | 13,79 | 1,73 | 735 |
| | 23 „ | 815,96 | 11,29 | 1,38 | 636 |
| Parzelle VII Standweite 50×60 cm | 27 Reihen | 891,77 | 15,40 | 1,72 | 802 |
| | 23 „ | 916,97 | 11,96 | 1,30 | 676 |
| Parzelle VIII Standweite 60×60 cm | 27 Reihen | 1 055,78 | 22,58 | 2,14 | 762 |
| | 23 „ | 1 092,10 | 15,88 | 1,46 | 651 |

neben Fehlstellen gewachsenen Stauden im Durchschnitt ein weit höheres Gewicht haben (vgl. Tabelle II, S. 16a) und zwar in allen Parzellen, also bei sämtlichen zu den Untersuchungen herangezogenen Standweiten. Dagegen ist eine Beeinflussung der Nachbarstauden der Nebenreihen in Hinsicht auf das Gewicht nicht festzustellen, wie dies aus Tabelle V (siehe nächste Seite) hervorgeht.

Zur Untersuchung dieser letzten Frage wurden die Parzellen I—III und V—VII herangezogen. Um zu einem klaren Bild zu gelangen, wurden immer nur solche Stauden der Nachbarreihe bei der Verrechnung berücksichtigt, die nicht bereits von Fehlstellen in der Reihe beeinflußt waren. — Wenn durch die Fehlstellen eine Beeinflussung der angrenzenden Stauden in der Nebenreihe vorhanden sein sollte, so hätte man erwarten müssen, daß sich diese Beeinflussung infolge besserer Belichtung und anderer naheliegender Gründe durch einen positiven Ausschlag bei den betreffenden Stauden in der Nachbarreihe anzeigte. Dies trifft aber, selbst wenn man von den fast gänzlich übereinstimmenden Ertragszahlen in den Parzellen III, V und VII absieht, nur in Parzelle II zu, während in den Parzellen I und VI ein Minusausschlag vorliegt. Zudem läßt der Vergleich der Ertragszahlen überall nur sehr geringe Differenzen erkennen, von welchen die größten in Parzelle I nur 36, 48 ± 28,73 g — nach der Formel $A_1 - A_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ berechnet — beträgt, mithin durchaus in dem Bereich der Fehlergrenze liegt. — Nach Roemer ist nur dann eine wirkliche Differenz sichergestellt, wenn diese größer als

Tabelle V.

| Sorte und Standweite | Bei der Verrechnung berücksichtigt | Gewicht Mittel aus Reihenmitteln | Mittl. Fehler des Mittels in | | Stärkegehalt | | | Anzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Mittel aus Reihenmitteln | Mittl. Fehler des Mittels in | | |
| | | g | g | % | % | % Stärke | % Fehler | |
| Parz. I Rheinland 30×60 cm | 1. Normalstauden | 674,52 | 13,03 | 1,93 | 15,28 | 0,145 | 0,94 | 393 |
| | 2. von F.-St. d. Nebenreihe beeinfl. St. | 638,04 | 25,61 | 4,01 | 15,45 | 0,098 | 0,63 | 114 |
| Parz. II Rheinland 40×60 cm | 1. wie oben | 829,09 | 16,71 | 2,01 | 15,20 | 0,113 | 0,74 | 367 |
| | 2. „ „ | 858,10 | 31,54 | 3,67 | 15,38 | 0,168 | 1,09 | 98 |
| Parz. III Rheinland 50×60 cm | 1. wie oben | 954,09 | 17,94 | 1,88 | 15,18 | 0,071 | 0,47 | 423 |
| | 2. „ „ | 958,65 | 51,56 | 5,38 | 15,41 | 0,120 | 0,78 | 120 |
| Parz. V Deodara 30×60 cm | 1. wie oben | 629,12 | 7,40 | 1,18 | 16,99 | 0,159 | 0,94 | 627 |
| | 2. „ „ | 631,30 | 29,89 | 4,73 | 17,66 | 0,151 | 0,86 | 110 |
| Parz. VI Deodara 40×60 cm | 1. wie oben | 815,96 | 11,29 | 1,38 | 16,89 | 0,091 | 0,54 | 636 |
| | 2. „ „ | 780,47 | 32,57 | 4,17 | 17,08 | 0,140 | 0,82 | 83 |
| Parz. VII Deodara 50×60 cm | 1. wie oben | 916,97 | 11,96 | 1,30 | 17,39 | 0,134 | 0,77 | 676 |
| | 2. „ „ | 919,18 | 50,85 | 5,52 | 17,47 | 0,195 | 1,11 | 85 |

2 m ist. — Als Ergebnis muß ich aus dem Befunde folgern, daß durch die Fehlstellen keine gewichtsmäßige Beeinflussung der Nachbarreihe vorliegt.

Diese Feststellung läuft der von Biederbeck bei Zuckerrüben gefundenen direkt entgegen, nach welcher im Verhältnis des Abstandes von der Fehlstelle sowohl eine Beeinflussung der Nachbarstauden in der Reihe, als auch in den Nebenreihen stattfindet.

Dieses gegenteilige Verhalten findet leicht seine Erklärung in folgendem: Die Kartoffeln sind im Gegensatz zu den Zuckerrüben, deren Wurzeln je nach den Bodenverhältnissen recht beträchtliche Tiefen erreichen, Flachwurzler, deren Bereich der Nährstoffaufnahme durch die Häufelreihen bestimmt festgesetzt ist. Der Zwischenreihenabstand in den Kartoffelversuchen betrug 60 cm. Ob sich die Verhältnisse ändern werden, wenn ein engerer Abstand gewählt ist, vermag ich nicht anzugeben. Bei nicht behäufelten Kartoffelbeständen ändern sich die Wachstumsverhältnisse, und infolgedessen wird m. E. dann auch bei Kartoffeln ein Einfluß der Fehlstellen auf die Nachbarreihen eintreten.

Wie groß ist nun innerhalb der verschiedenen Standweiten der Einfluß der Fehlstellen auf das Gewicht der Nachbarpflanzen? In Tabelle 6 (siehe nächste Seite) sind die Durchschnittsgewichte der Normalstauden den Gewichten der F.- (Fehlstellen-) Stauden gegenübergestellt und die Ertragsunterschiede in Prozenten der Normalstaudenerträge ausgedrückt. Die F.-Stauden sind wiederum in einseitige und zweiseitige getrennt angegeben. Zunächst soll nur von den einseitigen F.-Stauden die Rede sein.

In dem Zuckerrübenversuch von Biederbeck ergab sich bei entsprechender Gegenüberstellung annähernd ein Abfallen der Prozente von der kleineren zur größeren Standweite. Daraus folgt, daß der Fehler, der durch unberücksichtigt gelassene Fehlstellen entsteht, bei Berechnung der Flächenerträge um so geringer ist, je enger die Standweite ist. Auch Pfeiffer und Simmermacher kamen in dieser Hinsicht zu dem gleichen Resultat. Diese behaupteten ja, wie früher bemerkt ist, daß am meisten bei engstem Stande der durch Fehlstellen verursachte Ertragsausfall durch Mehrleistung der Nachbarpflanzen ausgeglichen würde.

Diese Feststellung trifft bei Kartoffeln nur bedingt zu, wie aus den Zahlenergebnissen zu ersehen ist. Im Durchschnitt der beiden Sorten findet ein Abfallen der Mehrgewichtsprozente erst von der Standweite 40×60 cm statt, während bei der niedrigsten Standweite auch die niedrigsten Prozente gefunden sind. Man scheint demnach betreffs dieser Überlegungen bei Kartoffeln im Gegensatz zu den Zuckerrüben eine optimale Standweite annehmen zu müssen; diese optimale Standweite liegt im vorliegenden Versuch bei 40×60 cm. Daß auch der Faktor Sorteneigentümlichkeit mitspricht, ist aus der Tabelle unschwer zu ersehen. Die Mehrgewichtsprozente sind bei der Sorte „Deodara“ durchweg größer als

Tabelle VI.

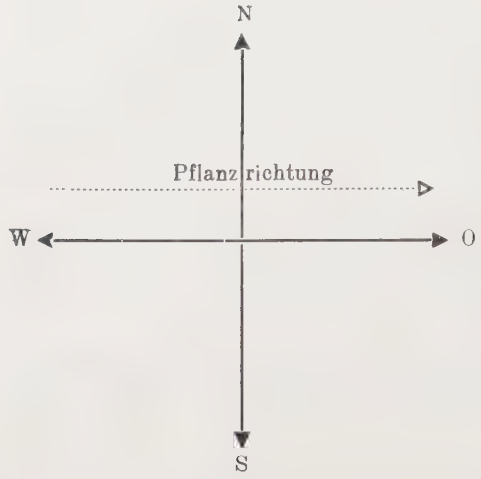
| Standweite | Parzelle und Sorte | 1 Gewicht der Normalen | 2 Gewicht der eins. F.-St. | Differenz zwischen 1 u. 2 | | 3 Gewicht der zweis. F.-St. | Differenz zwischen 1 u. 3 in | | 4 Gewicht der F.-St. insges. | Differenz zwischen 1 u. 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g | g | g | % | g | g | % | g | g | % |
| 30×60 cm | Parz. I Rheinland | 674,52 | 811,95 | 137,43 | 20,4 | 1006,71 | 332,19 | 49,2 | 814,29 | 139,77 | 20,7 |
| | „ V Deodara | 629,12 | 755,15 | 126,03 | 20,0 | 977,00 | 347,88 | 55,3 | 776,31 | 147,19 | 23,4 |
| 40×60 cm | Parz. II Rheinland | 829,09 | 1028,98 | 199,89 | 24,1 | 1252,75 | 423,66 | 51,1 | 1060,58 | 231,49 | 27,9 |
| | „ VI Deodara | 815,96 | 1105,99 | 290,03 | 35,5 | 1247,06 | 431,10 | 52,8 | 1115,88 | 299,92 | 36,7 |
| 50×60 cm | Parz. III Rheinland | 954,09 | 1146,00 | 191,91 | 20,1 | 1442,17 | 488,08 | 51,2 | 1180,18 | 226,09 | 23,6 |
| | „ VII Deodara | 916,97 | 1205,17 | 288,20 | 31,4 | 1312,68 | 395,71 | 43,2 | 1210,13 | 293,16 | 31,9 |
| 60×60 cm | Parz. IV Rheinland | 1008,89 | 1213,27 | 204,38 | 20,2 | 1465,19 | 456,30 | 45,2 | 1247,53 | 238,64 | 23,6 |
| | „ VIII Deodara | 1092,10 | 1348,03 | 255,93 | 23,4 | 1446,35 | 354,15 | 32,5 | 1348,22 | 256,12 | 23,5 |
| | | | Rheinland M = | | 21,2 | | M = | 49,2 | | M = | 23,7 |
| | | | Deodara M = | | 27,6 | | M = | 45,95 | | M = | 28,9 |

bei der Sorte „Rheinland“. Während bei letzterer in allen Parzellen weitgehende Übereinstimmung vorherrscht, weichen Parzelle VI und VII (Standweiten 40×60 und 50×60 cm) der „Deodara“ vom Mittelmaß ab. Der Gewichtszuwachs der F.-Stauden ist hier höher. Man kann daraus den Schluß ziehen, daß die stärkereichere und spätere „Deodara“ größere Standräume besser auszunutzen vermag als die andere Sorte. Das Mittel der Mehrgewichtsprozente beträgt bei „Rheinland“ 21,20% und stimmt bei allen vier Standweiten sehr gut überein. Auch die betreffenden Zahlen der Parzellen V und VII der Sorte „Deodara“ liegen nahe bei diesem Mittel. Das Mittel der Mehrgewichtsprozente aus den vier Parzellen der „Deodara“ beträgt 27,60%.

Bei dieser Besprechung habe ich nur die Normalstauden und die einseitigen Fehlstellenstauden vergleichsweise in Rechnung gestellt. In der Tabelle 6 sind außerdem noch die zweiseitigen Fehlstellen gesondert angegeben.

Im Durchschnitt der Parzellen zeigt sich, daß die Mehrgewichtsprozente der zweiseitigen F.-Stauden doppelt so groß sind wie die der einseitigen F.-Stauden. Diese Feststellung ist auch, wenn man die natürlichen Standverhältnisse — Auswirkung des doppelt so großen Standraumes — in Betracht zieht, zu erwarten. Das Mittel der Mehrgewichtsprozente der zweiseitigen F.-Stauden beträgt 47,56%; es ist also fast genau doppelt so groß wie das der einseitigen F.-Stauden, welches 24,4% ausmacht. Bei der Betrachtung der Zahlen erkennt man für die zweiseitigen F.-Stauden ein Abfallen der Mehrgewichtsprozente bereits von der kleinsten Standweite an. Zieht man den erweiterten Standraum in Erwägung, so läuft diese Feststellung dem früher Gesagten über eine optimale Standweite nicht entgegen.

In der Tabelle VI sind außerdem noch die Erträge der einseitigen Fehlstellen-Stauden denen der F.-Stauden insgesamt mit Einschluß der zweiseitigen F.-Stauden gegenübergestellt. Die Mehrgewichtsprozente sind auch hier auf den Ertrag der normalen Stauden bezogen worden. Dabei ergibt sich, daß die zweiseitigen F.-Stauden im vorliegenden Falle keinen besondern Einfluß auf die Gesamtresultate ausgeübt haben; denn die Zahlen der F.-Stauden (insgesamt) sind nur ganz unwesentlich von denen der einseitigen F.-Stauden verschieden. Die Anzahl der zweiseitigen F.-Stauden ist also zu gering, was sich auch durch den hohen mittleren Fehler des Mittels für diese ausdrückt. Da ja auch in den meisten Feldversuchen natürlicherweise die zweiseitigen F.-Stauden im allgemeinen gering sein werden, glaube ich, in der Anordnung und Verteilung dieser in dem vorliegenden Versuch ungefähr das natürliche Maß getroffen zu haben. Wenn ich gleichwohl auch für diese die entsprechenden Werte errechnet habe, so bin ich mir darüber klar, daß diese nur Verhältniszahlen sein können, die ich nur deshalb angeführt habe, um aus ihren Beziehungen zu den Normalstauden und zueinander Schlüsse abzuleiten.




Um festzustellen, ob in Rücksicht auf das Sonnenlicht die Himmelsrichtung einen besonderen Ausschlag gibt, sind in Tabelle VII (folg. S.) die einseitigen Fehlstellen-Stauden zerlegt worden in solche, die westlich, und solche, die östlich der Fehlstellen gewachsen sind. Zu dieser Untersuchung sind Parzelle II und Parzelle VI, also die mittlere Standweite 40×60 cm benutzt worden. Der mittlere Fehler des Mittels ist aber entsprechend der geringen Staudenzahl für eine einwandfreie Beurteilung zu hoch. Ein praktisches Ergebnis hat sich nicht herausgestellt, denn die geringen Unterschiede liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Bevor ich in der Besprechung der eigenen Arbeit fortfahre, möchte ich auf die bereits früher erwähnten Untersuchungen des Amerikaners F. C. Stewart des näheren eingehen. Auch Stewart hat in eingehenden Untersuchungen den prozentischen Zuwachs der durch Fehlstellen beeinflußten Nachbarpflanzen an zweijährigen Kartoffelversuchen festgestellt. Es ist nun sehr interessant, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen sehr weitgehend mit den eigenen Befunden übereinstimmen, obwohl die Art und Weise der Versuchsanstellung einschließlich der Verwendung anderer Sorten und die Errechnung der Ergebnisse abweichend ist. Die Versuche wurden an der New York Agricultural Experiment Station, Geneva (N. Y.), in den Jahren 1918 und 1919 durchgeführt. Aus der sehr ausführlichen Darlegung der Versuchsdurchführung geht hervor, daß dieser bei allen Maßnahmen die größte Sorgfalt geschenkt ist. Die Standweite betrug in beiden Jahren 37,5×90 cm (15 by 36 inches). Die Versuche waren in 10 Reihen (1918) bzw. in 5 Reihen (1919) so angelegt, daß jede fünfte Pflanzstelle eine Fehlstelle war, nach folgendem Muster: x a a' b' b x a a' b' b x . . . . a a' b' b x. Um zu möglichst genauen Ergebnissen zu gelangen, glaubte Stewart dadurch besonders zu erreichen, daß er immer einzeln gleiche Hälften von ein und denselben Pflanzknollen — die Pflanzknollen alle von ungefähr gleichem Gewicht — nebeneinander auspflanzte. a und a', b' und b sind also immer Pflanzen von Hälften derselben Saatknolle. Bei der Verrechnung hat er immer einzeln für sich jedes Pflanzenpaar behandelt; die Differenzerträge der äußeren (das sind mit unseren Worten einseitige Fehlstellenstauden) von denen der inneren Stauden (das sind Normalstauden) drückt Stewart für jedes Pflanzenpaar in Prozenten der Zu- oder Abnahme der Erträge

Tabelle VII.

| Sorte und Standweite | Zur Verrechnung berücksichtigt | Gewicht Mittel aus Reihenmitteln | Mittl. Fehler des Mittels in | | Stärkegehalt Mittel aus Reihenmitteln | Mittl. Fehler des Mittels in % Stärke | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g | g | % | % | | % |
| Parz. II 40×60 cm Rheinland | Einseitige F.-Stauden | 1028,98 | 38,45 | 3,75 | 14,91 | 0,080 | 0,54 |
| | „ östlich | 1036,30 | 69,45 | 6,69 | 14,91 | 0,093 | 0,62 |
| | „ westlich | 1029,54 | 52,26 | 5,07 | 14,99 | 0,116 | 0,77 |
| Parz. VI 40×60 cm Deodara | Einseitige F.-Stauden | 1105,99 | 34,08 | 3,08 | 16,42 | 0,093 | 0,56 |
| | „ östlich | 1115,84 | 50,02 | 4,48 | 16,36 | 0,094 | 0,57 |
| | „ westlich | 1100,44 | 40,40 | 3,67 | 16,47 | 0,112 | 0,68 |

aus, veranschaulicht durch die Formel $\frac{a—a'}{a'}$ oder $\frac{b—b'}{b'}$. Im ganzen sind auf diese Weise im Jahre 1918 = 351 und im Jahre 1919 = 145 Pflanzenpaare untereinandergestellt, die den Einfluß der Fehlstellen auf die Nachbarpflanzen erläutern sollen. Obwohl stets gleiche Hälften von ein und derselben Saatknolle unter denselben Wachstumsbedingungen zur Aussaat gelangten, schwanken die prozentischen Differenzerträge recht erheblich; sie betragen von — 47,1 bis + 141,7 % (1918), bzw. — 45,0 bis + 131,0 % (1919).

Mit Recht mag man als Hauptursache dieser Schwankungen das Schneiden der Saatknollen ansehen, zumal dies erst unmittelbar vor dem Auslegen vorgenommen wurde, sodaß die Hälften frisch in den Boden gelangten. M. E. würden die Schwankungen nicht so groß geworden sein, wenn statt der Hälften von Saatknollen Pflanzgut von ungefähr dem gleichen Gewicht verwandt worden wäre, wie dies auch heute bei derlei Versuchen meist gebräuchlich ist.

Stewart prüft nun selber den Wert des Schneidens, indem er in den Versuch Kontrollreihen einschiebt, in welchen er immer je zwei Hälften derselben Pflanzknollen nebeneinander ohne Fehllücken auspflanzte, also c c' c c' c c' . . . . Indem er nun die Erträge der Hälften c und c' in ähnlicher Weise wie oben zusammenstellt, erhält er als durchschnittlichen Ertrag von insgesamt 429 Pflanzenpaaren für die c-Hälften $21{,}6 \pm 0{,}1856$*) und für die c'-Hälften $20{,}5 \pm 0{,}1881$*) ounces. Der sich ergebende Unterschied von 1,1 ounces liegt außerhalb der Fehlergrenzen. Als Grund für dieses „anormale“ Verhalten macht Stewart geltend,

*) Gleich: wahrscheinlicher Fehler, nach der Formel berechnet

$$r = \pm\, 0{,}6745 \sqrt{\frac{\Sigma a^2}{n^2}}$$

daß die Anzahl der verwandten Pflanzenpaare — 429 — für derartige Untersuchungen zu gering sei.

Da nun zur Feststellung des Einflusses der Fehlstellen eine weit geringere Zahl von Pflanzenpaaren — 1918 = 351 und 1919 = 145 — Verwendung gefunden, dürfte auch in diesen Untersuchungen die Zahl der Pflanzen sicherlich nicht genügen.

Obwohl nun diese Einschränkungen gemacht werden müssen, kommt Stewart doch im wesentlichen zu dem gleichen Ergebnis, wie es in den vorliegenden eigenen Versuchen erzielt ist. Der durchschnittliche prozentische Zuwachs der Fehlstellenstauden beträgt nach seinen Darlegungen im Jahre 1918 = 23 ± 1,03 %*) und im Jahre 1919 = 26,9 ± 1,8798 %*). Der Unterschied des Zuwachses ist in den beiden Jahren nicht groß, obwohl verschiedene Sorten angebaut waren: 1918 Sir Walter Raleigh und 1919 Enormous Nr. 9. Das Mittel der Mehrgewichtsprozente aus den beiden Jahren ist 24,9 % und stimmt fast genau mit dem Mittel für einseitige F.-Stauden in den eigenen Versuchen von 24,4 % überein. Stewart ist in den Versuchen 1919 noch der Frage nachgegangen, wie groß der Mehrertrag der Fehlstellenstauden ist, wenn diese von mehreren unmittelbar aneinanderstoßenden Fehlstellen beeinflußt werden. Zu diesem Zwecke pflanzte er 129 Pflanzenpaare in folgender Anordnung aus: x x x a a' b' b x x x a a' b' b . . . x x x. Als Ergebnis fand er, daß die Dreilückenstauden gegenüber den Einlückenstauden im Ertrage etwas einbüßten. Das Mehrgewicht stellte sich nämlich nur auf 21,90 ± 1,7336 %. Den Abfall erklärt er als Folge einer größeren Austrocknung der Freistellen. Diesen Feststellungen legt er jedoch keinen besonderen Wert bei und nimmt auch für die Dreilückenstauden allgemein denselben Prozentsatz der Mehrleistung an wie bei den Einlückenstauden. An Hand der eigenen Versuche können diese Verhältnisse nicht nachgeprüft werden, da für solche Fälle zu wenig Material vorliegt.

2. Ich wende mich nunmehr der Frage zu, ob es auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse möglich ist, den Fehlstellenfehler durch rechnerische Korrektur auszuschalten. An und für sich sollte dies bei Kartoffelversuchen eher möglich sein als bei Zuckerrübenversuchen. Bei Zuckerrüben kommt auch eine Beeinflussung durch Fehlstellen der Nachbarreihen in Betracht, während gemäß den Ergebnissen mit Kartoffeln — Häufelkultur vorausgesetzt — keine solche Beeinflussung ermittelt worden ist. Zudem wird auch in Kartoffelversuchen die Zahl der Fehlstellen im allgemeinen geringer sein. Als wahrscheinliches Maß der Mehrgewichtsprozente betrachte ich im Anschluß an die frühere Besprechung das Mittel der einseitigen F.-Stauden. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß die den Lücken angrenzenden Stauden das Gewicht der Normalstauden um 24,4 % überschreiten. Da nun durchweg jede Fehlstelle von zwei in der Reihe beeinflußten Stauden umstanden ist, wird also durch

*) Bezieht sich auf die Fußnote auf voriger Seite.

Mehrleistung dieser 2×24,4% = 48,8% des Ertrages jeder Fehlstelle ausgeglichen. Als Korrektur müßten also noch 51,2% des durchschnittlichen Normalstaudengewichtes als Fehlerausgleich je Fehlstelle einzusetzen sein. Diese Korrektur würde für die Sorte „Rheinland" in allen Standweiten, für die Sorte „Deodara" allerdings nur für Parzelle V und VIII, also für die niedrigste und höchste Standweite, ziemlich genau zutreffen. Bei den mittleren Standweiten 40×60 und 50×60 cm müßten für „Deodara", und u. W. auch für Sorten gleichen Typs, ein etwas niedrigerer Prozentsatz als Fehlerausgleich je Fehlstelle eingesetzt werden.

Zweiseitig von Fehlstellen beeinflußte Stauden sind in diesen Erwägungen nicht mit einbegriffen. Wie bereits gesagt ist, reagieren diese mit den doppelten Mehrgewichtsprozenten der einseitig beeinflußten Stauden. Es würde demnach einer besonderen Berücksichtigung auch der zweiseitigen F.-Stauden keine Schwierigkeiten entgegenstehen. Im allgemeinen wird aber deren Zahl in Feldversuchen nur gering sein, sodaß eine besondere Berücksichtigung praktisch wohl nicht in Betracht gezogen werden braucht. Aus dem gleichen Grunde glaube ich auch die F.-Stauden, die von mehreren hintereinanderliegenden Fehlstellen beeinflußt werden, bei diesen Überlegungen nicht beachten zu müssen.

Handelt es sich aber um Versuche, die einen zu hohen Prozentsatz von Fehlstellen aufweisen oder bei denen größere Flächen gänzlich frei von Pflanzen sind, so müssen diese Versuche, bzw. einzelne Parzellen dieser Versuche als unbrauchbar ganz ausgeschaltet werden. Eine gewisse Grenze in der Zahl von Fehlstellen im Vergleich zu den Normalstauden darf auf keinen Fall überschritten werden. Völlig verfehlt wäre es, den Versuch zu machen, das Ergebnis derartiger Versuche durch die Anbringung einer Korrektur für die Fehlstellen zu retten. Eine bestimmte Grenze in dieser Beziehung aufzustellen, muß noch versucht werden.

In den Zuckerrübenversuchen von B i e d e r b e c k betrug das Mehrgewicht der F.-Stauden 45,2%. Dabei ist zu beachten, daß hier auch die F.-Stauden der Nebenreihen, also insgesamt 4 F.-Stauden beeinflußt sind. B i e d e r b e c k schlägt auf Grund dieses Befundes zur Bestimmung von Flächenerträgen als rechnerische Korrektur eine solche vor, die durch Feststellung der Fehlstellenzahl und Multiplikation mit 55% des mittleren Einzelrübengewichtes (wohl der Normalrüben) vor. Diese Korrektur trifft jedoch nicht genau zu. Auch setzt sie voraus, daß man das Normalrübengewicht kennt. Bei Rübenversuchen mit größeren Parzellen, bei denen die Ertragsleistung auf die Flächeneinheit durch Gewichtsbestimmung der gesamten Erntemasse (ohne Feststellung der Pflanzenzahl!)*) erfolgt, kann aber von dem Normalrübengewicht zunächst noch keine Rede sein. Man kann hierbei doch nur von dem Durchschnittsgewicht der gesamt geernteten Rüben ausgehen. Zweck der rechnerischen Korrektur ist doch

*) Nach Biederbeck; trifft nicht zu; denn stellt man die Fehlstellenzahl fest, hat man dadurch auch die Pflanzenzahl der Fläche.

letzten Endes das Herausfinden des Normalrübengewichtes. Die Korrektur hat also auf eine andere Weise zu erfolgen, da durch Multiplikation der betreffenden Wertzahl mit dem mittleren Einzelrübengewicht der Gesamternte das Endresultat zu hoch ausfallen würde.

In welcher Weise ist nun aber die Korrektur vorzunehmen? Zum Ziele kommt man am ehesten, wenn wir uns ein praktisches Beispiel konstruieren. Nehmen wir eine Versuchsfläche von 480 qm an. Bei einer Standweite von 40×60 cm, entsprechend einem Standraum je Pflanze von 0,24 qm, finden 2000 Pflanzstellen Platz. Durch Zählen auf dem Felde sollen 200 Fehlstellen festgestellt sein, so daß ein wirklicher Pflanzenbestand von 1800 Stauden verbliebe. Setzen wir voraus, daß wir das durchschnittliche Normalgewicht der Einzelstaude kennen; es betrüge 1 kg. Nach unseren Feststellungen gleichen die Fehlstellen je 49% des Normalstaudengewichtes durch Mehrleistung der Nachbarstauden aus. Im angenommenen Falle würde dies $200 \times \frac{49}{100} \times 1 = 98$ kg sein. Wir würden also auf dem Felde als wirklichen Ertrag $1800 \times 1 + 98$ kg $= 1898$ kg Gesamtmasse ernten. Indem wir nun zurückrechnen, ergibt sich das Normalgewicht der Einzelstaude dadurch, daß man den wirklichen Ertrag 1898 kg durch die vorhandene Staudenzahl 1800 plus einem Zuschlag dividiert. Diesen Zuschlag findet man, indem man erwägt, daß im obigen wirklichen Ertrag außerdem auch noch der Ausgleich der 200 Fehlstellen enthalten ist. Wir haben also zu dividieren: $1800 + \frac{1898}{200} \times 0{,}49$. Dies ist gleich 1 kg dem angenommenen Normalgewicht der Einzelstaude. Der korrigierte Ertrag würde also $2000 \times 1$ kg $= 2000$ kg sein.

Auf eine allgemeine Formel gebracht, würde die Korrektur in nachfolgender Weise vorzunehmen sein:

$$\text{K. E.} = \frac{\text{W. E.}}{\text{n} + \text{m} \times 0{,}49} \times \text{m}_1.$$

In dieser Formel bedeuten:

K. E. = Korrigierter Ertrag.
W. E. = Wirklicher Ertrag.
n = Anzahl der geernteten Stauden.
m = Anzahl der Fehlstellen.
$\text{m}_1 = (\text{m} + \text{n})$ = Anzahl der Satzstellen.
0,49 = konstant = auf Grund vorliegender Versuchsergebnisse festgestellter Fehlerausgleich je Fehlstelle.

Auf eine besondere Schwierigkeit, die sich allgemein der Ausschaltung der Fehlstellen, insbesondere einer rechnerischen Korrektur entgegenstellt, ist noch aufmerksam zu machen.

In beinahe jedem Kartoffelversuch kommt eine Anzahl von „schwachen Stauden“ vor, die infolge von Insektenfraß oder durch andere Ein-

flüsse äußerer Art im Wachstum zurückgeblieben sind. Es ist anzunehmen, daß auch diese in ähnlicher Weise wie die Fehlstellen die Nachbarpflanzen beeinflussen und infolgedessen eine Verminderung des Ertrages herbeiführen. Diese Beeinflussung wird um so stärker sein, je zeitiger diese betreffenden „kleinen Stauden" in ihrer Vegetation gestört werden. Ich bin nun dieser Frage im vorliegenden Versuch in der Weise nachgegangen, daß, soweit Material vorlag, jene Stauden für sich verrechnet worden sind, die neben solchen gewachsen sind, welche ein Gewicht von nur 250 g und darunter hatten. Ich konnte hierfür die Parzellen I, II, III und V verwerten. Im allgemeinen bleibt aber die Anzahl der Pflanzen zu gering und der mittlere Fehler des Mittels infolgedessen zu hoch, als daß die Ergebnisse absoluten Wert beanspruchen könnten. Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle VIII (s. u.) angeführt. Die Zahlen lassen erkennen, daß auch diese kleinen Stauden einen erheblichen Mehrertrag (gegenüber den Normalen) der angrenzenden Stauden erwirkt haben. Dieser erscheint im Durchschnitt mindestens ebenso hoch wie der der einseitigen F.-Stauden. — Der große Unterschied in Parzelle II muß als Zufälligkeit und Folge der geringen Pflanzenzahl angesehen werden; denn es ist schlechthin kaum anzunehmen, daß die Einwirkung der kleinen Stauden größer ist als die der Fehlstellen. —

Tabelle VIII.

| Parzelle | Zur Verrechnung berücksichtigt | Gewicht: Mittel aus Reihenmitteln g | Mittl. Fehler des Mittels in g | Mittl. Fehler des Mittels in % | Stärkegehalt: Mittel aus Reihenmitteln % | Mittl. Fehler des Mittels in % Stärke | Mittl. Fehler des Mittels in % | Anzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1. Normalstauden | 674,52 | 13,03 | 1,93 | 15,28 | 0,145 | 0,94 | 393 |
| 30×60 cm | 2. v. kl. St. beeinfl. St. | 847,42 | 46,91 | 5,53 | 15,69 | 0,168 | 1,07 | 81 |
| Rheinland | 3. eins. F.-Stauden | 811,95 | 38,30 | 4,71 | 15,48 | 0,168 | 1,09 | 182 |
| II | 1. wie oben | 829,09 | 16,71 | 2,01 | 15,20 | 0,113 | 0,74 | 367 |
| 40×60 cm | 2. „ „ | 1 139,17 | 51,57 | 4,61 | 15,43 | 0,139 | 0,90 | 50 |
| Rheinland | 3. „ „ | 1 028,98 | 38,45 | 3,75 | 14,91 | 0,080 | 0,54 | 201 |
| III | 1. wie oben | 954,09 | 17,94 | 1,88 | 15,18 | 0,071 | 0,47 | 423 |
| 50×60 cm | 2. „ „ | 1 195,85 | 73,19 | 6,12 | 15,39 | 0,252 | 1,64 | 32 |
| Rheinland | 3. „ „ | 1 146,00 | 47,22 | 4,12 | 15,02 | 0,062 | 0,41 | 169 |
| V | 1. wie oben | 629,12 | 7,40 | 1,18 | 16,99 | 0,159 | 0,94 | 627 |
| 30×60 cm | 2. „ „ | 735,35 | 31,05 | 4,22 | 16,78 | 0,244 | 1,46 | 77 |
| Deodara | 3. „ „ | 755,15 | 23,76 | 3,15 | 16,66 | 0,130 | 0,78 | 283 |

Zur einwandfreien Ertragsfeststellung müssen neben den Fehlstellen in gleicher Weise auch die „kleinen Stauden" Berücksichtigung finden.

Zweifelsohne ist das Zurückbleiben der „kleinen Stauden“ nicht immer auf äußere Störungen zurückzuführen. In sehr vielen Fällen wird auch das Saatgut als solches Ursache sein: Ursache und Grund des Zurückbleibens der kleinen Stauden ist während der Vegetation genau zu ergründen; das setzt eine ständige, peinlichst sorgfältige Beobachtung voraus. Es muß unter allen Umständen danach gestrebt werden, zu erkennen, welches in jedem einzelnen Falle die eigentliche Ursache des Zurückbleibens ist. Für Schädigungen äußerer Art, z. B. durch mechanische Beschädigung bei der Bestellung und Pflege, tierische Schädlinge usw. wird man nicht die Sorte als solche verantwortlich machen können. Würde man derartige Schädigungen nicht beachten und den Einfluß auf den Ertrag nicht genau berechnen, so wird man in Versuchen hinsichtlich des Sortenwertes oder des Düngungswertes zu ganz falschen Ergebnissen gelangen. Erkennt man die Schädigungen auf Grund der Beobachtung, die möglichst rechtzeitig, solange die Ursache noch festzustellen ist — bei der Ernte ist das meist zu spät —, einzusetzen hat, als Sortencharakter, so kann unter Umständen die Auswertung unterbleiben. In solchen Fällen wird dann meist die Höhe des mittleren Fehlers die Brauchbarkeit der Sorte oder der Düngung anzeigen; doch wenn die Mängel in gleicher Weise über alle Wiederholungen verteilt liegen, so wird der mittlere Fehler als Maßstab versagen, und daher muß in diesem Falle die Beobachtung allein maßgebend sein. Auf den Wert einer „sorgfältigsten Detailrevision“ zur Erkennung des wahren Sortenwertes macht besonders v. Arnim[2]), Schlagenthin, bereits im Jahre 1908 aufmerksam. Aber auch heute wird dieser Faktor in den Anbauversuchen noch viel zu wenig beachtet. Man begnügt sich meist mit allgemeinen Bemerkungen. Die Forderung v. Arnims, Schlagenthin, auf peinlichst genaue Beobachtung jedes einzelnen Stockes in allen Kartoffelversuchen, die wirklich genaue Ergebnisse erbringen sollen, ist nicht übertrieben, nachdem in den vorliegenden Untersuchungen erkannt worden ist, wie sehr gerade durch das Auftreten von kleinen Stauden die Basis für die Genauigkeit der Feldversuche unsicher wird. Wir stehen in dieser Beziehung vor einer scheinbar unlöslichen Aufgabe; es muß unser ganzes Bestreben darauf gerichtet sein, dieser Schwierigkeit Herr zu werden, wollen wir in Kartoffelversuchen zu wirklich brauchbaren und einwandfreien Ergebnissen gelangen.

2. Von welchem Einfluß sind die Fehlstellen hinsichtlich des Stärkegehaltes der umstehenden Stauden?

In Anlehnung an die Gewichtstabelle VI (S. 24) sind entsprechend auf nachstehender Tabelle IX die Zahlen für den Stärkegehalt zusammengestellt.

Es muß zunächst auf einige in der Tabelle hervortretende Unstimmigkeiten hingewiesen werden. Der Stärkegehalt, der im allgemeinen von der niedrigsten zur größten Standweite abfällt, erscheint in Parzelle VII und

VIII plötzlich unwahrscheinlich hoch. Da ein Fehler bei der Verarbeitung nicht vorliegen kann, muß der Grund darin zu suchen sein, daß diese Parzellen, da sie zuletzt aufgerodet wurden, durch Nachreifen noch an Stärkegehalt gewonnen haben. Eine weitere Unregelmäßigkeit weist Parzelle I auf, indem die Stärkeprozente der einseitigen F.-Stauden nicht wie in allen übrigen Parzellen niedriger, sondern gar um 0,20% höher liegen; der Unterschied liegt jedoch noch innerhalb der Fehlergrenze.

Alle übrigen Zahlen lassen durchweg recht gleichmäßige und gleichsinnige Ergebnisse erkennen, aus denen man folgende Schlußfolgerungen herleiten kann:

Tabelle IX.

| Standweite | Stärkegehalt<br>Parzelle und Sorte | 1.<br>Stärke %<br>der Normalstauden | 2.<br>Stärke %<br>der eins. F.-Stauden | Differenz zwischen 1 und 2 | 3.<br>Stärke %<br>der zweis. F.-Stauden | Differenz zwischen 1 und 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30×60 cm | Parz. I Rheinland | 15,28 | (15,48) | — | 14,34 | 0,94 |
| | „ V Deodara | 16,99 | 16,66 | 0,33 | 16,21 | 0,78 |
| 40×60 cm | Parz. II Rheinland | 15,20 | 14,91 | 0,29 | 14,66 | 0,54 |
| | „ VI Deodara | 16,89 | 16,42 | 0,47 | 16,49 | 0,40 |
| 50×60 cm | Parz. III Rheinland | 15,18 | 15,02 | 0,16 | 14,65 | 0,53 |
| | „ VII Deodara | (17,39) | 17,12 | 0,27 | 17,16 | 0,23 |
| 60×60 cm | Parz. IV Rheinland | 15,04 | 14,86 | 0,18 | 14,84 | 0,20 |
| | „ VIII Deodara | (17,42) | 17,15 | 0,27 | 17,20 | 0,22 |
| | | | M = | 0,28 | M = | 0,48 |

Der Stärkegehalt der einseitigen F.-Stauden ist im Durchschnitt um 0,28% niedriger als jener der normalen. Bei den zweiseitigen F.-Stauden ist der Unterschied gegenüber den Normalstauden 0,48%, also ungefähr doppelt so groß. Wir können jetzt sagen: Die Beeinflussung der zweiseitigen F.-Stauden ist sowohl in bezug auf das Gewicht als auf den Stärkegehalt doppelt so groß wie die Beeinflussung der einseitigen F.-Stauden; in Hinsicht auf den Stärkegehalt allerdings im negativen Sinne. Im allgemeinen nimmt die Differenz im Stärkegehalt der F.-Stauden, in Vergleich gesetzt zu dem Stärkegehalt der Normalstauden, mit zunehmender Standweite ab. Auch im Stärkegehalt ist die größte Differenz der einseitigen F.-Stauden wie bei der Gewichtsfeststellung bei der Standweite 40 × 60 cm, die ich dort als die optimale Standweite bezeichnet hatte. Überhaupt besteht ganz allgemein weitgehende Übereinstimmung in der Auswirkung der Fehlstellen sowohl hinsichtlich des Gewichts als auch des Stärkegehalts; wo dort eine Zunahme, wird hier eine

Abnahme festgestellt. Infolgedessen besteht in der Auswertung jedoch der Unterschied, daß in bezug auf den Stärkegehalt mit zunehmender Standweite der Fehler, der durch unberücksichtigt gelassene Fehlstellen entsteht, kleiner wird. Nun sind auch schon an und für sich die Differenzen so gering, daß sie fast restlos innerhalb der Fehlergrenzen liegen.

Es kann demnach in bezug auf den Stärkegehalt auf eine Korrektur des Fehlstellenfehlers verzichtet werden.

Die Feststellungen laufen völlig parallel mit denen des Zuckerrübenversuchs von Biederbeck. Die Differenzen sind bei Kartoffeln allerdings um ein geringes höher. Während die mittlere Differenz des Zuckergehalts im Versuch von Biederbeck 0,09%, bei einer gleichgerichteten Untersuchung von Oetken[15]) 0,1% beträgt, ist sie bei Kartoffeln 0,28%, wie dies aus den vorliegenden Daten hervorgeht. Anderweitige Untersuchungen dieser Art liegen meines Wissens bei Kartoffeln nicht vor.

Durch die Himmelsrichtung wird der Stärkegehalt der F.-Stauden ebenfalls nicht oder nur ganz unwesentlich beeinflußt. Siehe darüber Tabelle VII, S. 27.

Ein Grundunterschied zwischen den Ergebnissen der Gewichts- und Stärkegehaltsbestimmungen ergibt sich aus der Tabelle V, S. 22, in der neben den Gewichts- auch die Stärkegehaltsprozente der durch Fehlstellen der Nachbarreihe beeinflußten Stauden den Normalstauden gegenübergestellt sind. Bei den Gewichtsbestimmungen konnte kein Einfluß der Fehlstellen auf die Stauden der Nachbarreihe festgestellt werden; in bezug auf den Stärkegehalt liegt jedoch eine Beeinflussung vor. Und zwar erhöhen die Fehlstellen den Stärkegehalt der betreffenden Stauden in der Nachbarreihe um rund 0,2%. Der Betrag ist allerdings nur gering und durch die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung nicht gedeckt. Doch tritt die Erscheinung in allen Parzellen so einheitlich auf, daß sie gleichwohl als allgemeingültig gedeutet werden kann.

Eine Erklärung für das gegenteilige Verhalten ist in folgendem gegeben: Bei der Besprechung der Staudengewichte wurde die Nichtbeeinflussung damit begründet, daß die Kartoffelpflanzen durch die Häufelreihen einen fest bestimmten Nahrungsbereich angewiesen erhalten. Daß sich bei den Untersuchungen betreffs des Stärkegehalts ein anderes Ergebnis zeigt, kann meines Erachtens darauf beruhen, daß durch die Fehlstellen die Stauden der Nachbarreihe weniger beschattet sind. Infolgedessen ist die unmittelbare Einwirkung des Sonnenlichtes größer, damit auch die Assimilation durch die Blätter bei diesen mehr freistehenden Stauden intensiver und die Stärkeablagerung in den Knollen größer. Erhöht wird die Assimilation noch durch eine vermehrte Blattentwicklung.

Die eintretenden Unterschiede der Stärkeprozente halte ich jedoch gemäß den vorliegenden Feststellungen nicht für so groß, daß eine besondere Berücksichtigung, bzw. Berichtigung stattzufinden hätte.

## V.

Wenn ich das vorliegende Material noch bezüglich anderer Fragen zur Auswertung verwende, so soll von vornherein gesagt sein, daß den Ermittlungen keine Allgemeingültigkeit beizumessen ist. Sie sollen lediglich zur weiteren und näheren Erläuterung den bisherigen Erfahrungen beigefügt werden.

Die im vorliegenden Versuch angewandten Standweiten sollten in erster Linie innerhalb dieser den Einfluß der Fehlstellen auf die Nachbarpflanzen klarstellen. Es liegt nun nahe, auch über die Standweiten selbst und die Beziehungen dieser zu einander Erwägungen anzustellen, soweit es an Hand des Zahlenmaterials möglich ist.

Bei der Umrechnung des Einzelgewichts der Normalstauden auf den Flächenertrag gelangte ich zu den in der Tabelle X (S. 36) wiedergegebenen Hektarerträgen. Diese lassen klar und eindeutig die niedrigste Standweite 30 × 60 cm als die günstigste erkennen. Nicht allein findet sich mit zunehmendem Standraum eine starke Abnahme hinsichtlich der Quantität (des Gewichts), sondern auch gleichzeitig ein beträchtliches Sinken der Qualität hinsichtlich des Stärkegehalts.

Die Stärkeprozente sind bei engem Stande am höchsten. Wie erklärt sich dieses mit der früher aufgestellten Annahme, daß durch bessere Lichtwirkung der Stärkegehalt erhöht wird?

Mit Zunahme des Standraumes wächst der Anteil an großen Knollen. Große Knollen sind nun allgemein stärkeärmer als kleine Knollen. Denn die Stärkeablagerung geschieht vom Cambiumring aus, der in der Kartoffelknolle als Sproßorgan nahe der Epidermis liegt. Es wird also, je größer die Knollen werden, die Entfernung vom Cambiumring auch entsprechend größer, und infolgedessen werden die innengelegenen Zonen der großen Knollen stets stärkeärmer sein.

Setzt man den Hektarertrag der niedrigsten Standweite bei beiden Sorten = 100, so ergeben sich für die anderen Standweiten die in der betreffenden Rubrik der Tabelle angeführten Werte. Betrachten wir nun diese relativen Erträge näher, so erkennt man, daß der Gewichtsertrag bei „Rheinland“ bei zunehmender Standweite von jedesmal 10 cm um fast genau 8% abfällt. In dem gleichen Verhältnis nimmt auch der Stärkeertrag je Hektar ab. Es besteht also hier eine vollkommene gerade Proportion zwischen Gewichts- und Stärkeertrag. Das trifft auch bei der anderen Sorte „Deodara“ zu, wenngleich bei dieser innerhalb der Differenzerträge nicht so große Übereinstimmung vorherrscht. Unstimmigkeit liegt

Tabelle X.

| Parzelle | Gewicht: Standweite cm | Gewicht: Standraum pro Pflanze cm² | Gewicht: Pflanzenzahl pro ha | Gewicht: Einzelgewicht der Normalst. g | Gewicht: Ertrag dz ha | Gewicht: Relative Erträge | Stärke: Stärke % | Stärke: Ertrag dz ha | Stärke: Relative Erträge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rheinland** | | | | | | | | | |
| I | 30×60 | 1800 | 55 555 | 674,52 | 374,73 | 100 | 15,28 | 57,30 | 100 |
| II | 40×60 | 2400 | 41 667 | 829,09 | 345,46 | 92,2 | 15,20 | 52,44 | 91,5 |
| III | 50×60 | 3000 | 33 333 | 954,09 | 318,03 | 84,9 | 15,18 | 48,27 | 84,2 |
| IV | 60×60 | 3600 | 27 778 | 1008,89 | 280,25 | 74,8 | 15,04 | 42,13 | 73,9 |
| **Deodara** | | | | | | | | | |
| V | 30×60 | 1800 | 55 555 | 629,12 | 349,51 | 100 | 16,99 | 59,32 | 100 |
| VI | 40×60 | 2400 | 41 667 | 815,96 | 339,98 | 97,3 | 16,89 | 57,42 | 96,8 |
| VII | 50×60 | 3000 | 33 333 | 916,97 | 305,65 | 87,4 | (17,39) | (53,21) | (89,7) |
| VIII | 60×60 | 3600 | 27 778 | 1092,10 | 303,36 | 86,8 | (17,42) | (52,82) | (89,0) |

namentlich betreffs des Stärkegehaltes in Parzellen VII und VIII vor, dieselben Parzellen, die bereits an anderer Stelle ebenfalls bemängelt werden mußten. Die prozentuale Ertragsabnahme ist bei „Deodara" bedeutend geringer. Bei Besprechung der Mehrgewichtsprozente hatte ich schon darauf hingewiesen, daß bei der krautwüchsigen Stärkekartoffel „Deodara" die Mehrleistung der einzelnen Stande mit zunehmender Standweite gesteigert wird. Diese Feststellung findet also hier ihre Bestätigung. Während wir bei der „Rheinland" innerhalb der vier um jedesmal 10 cm höheren Standweiten ein Abfallen von 8% feststellen, beträgt die prozentische Minderung bei der „Deodara" durchschnittlich nur 4,3% (hinsichtlich des Gewichts). Auf Grund dieses Befundes muß auf Sorteneigentümlichkeit geschlossen werden. Je blattwüchsiger eine Sorte ist, um so mehr vermag sie vergrößerte Standräume auszufüllen, also um so geringer wird der Ertragsausfall sein. Das gleiche gilt in entsprechender Weise für Spätkartoffeln gegenüber Frühkartoffeln.

Mitscherlich[11]) machte dem entgegen die Beobachtung, daß die wenigstens in seinem Versuch verwendeten Kartoffelsorten keine verschiedenen Ansprüche an die Standweiten stellen, in welchen die Knollen ausgelegt werden müssen. Dies ist um so mehr zu verwundern, als es sich durchaus nicht um Kartoffelsorten gleichen Typencharakters handelt; es waren angebaut die späten Sorten „Beseler", „Silesia" und die mittelfrühe „Alma" („Ella"-Typ).

Wäre dem so, daß sich die verschiedenen Sorten betreffs ihrer Ansprüche an den Standraum gleich verhielten, so wäre dieser Umstand von

wesentlicher Bedeutung für die Anstellung von Kartoffelversuchen. Doch Mitscherlich warnt im gleichen Artikel selbst davor, aus einjährigen Versuchen Schlüsse auf Allgemeingültigkeit zu ziehen. Auf Grund des eigenen Befundes und auch anderweitiger Berichte muß die obige Feststellung angezweifelt werden. Schneidewind[9] berichtet über einen Standweitenversuch, der mit 5 verschiedenen Standweiten 35, 40, 45, 50 und 55/63 cm und mit 2 Sorten „Leo" (Landsorte) und „Silesia" in Lauchstädt durchgeführt worden war. In diesem Versuch steigen die Erträge von der weitesten bis zur engsten Standweite von 258 bis zu 327 dz/ha, der Stärkegehalt von 16.7 auf 18.9% bei der Sorte „Leo"; bei „Silesia" entsprechend die Erträge von 195 bis zu 231 dz, die Stärkeprozente von 17.9 auf 19.0%. Aus diesen Zahlen liest man eine verschiedene prozentische Steigerung der beiden Sorten von 21 bzw. 15% im Knollenertrag und nur 12 bzw. 6% im Stärkegehalt. Auch Remy[10] nimmt auf Grund seiner Untersuchungen betreffs der Ausnutzung verschiedener Standweiten durch die verschiedenen Sorten Sorteneigentümlichkeiten an; denn er sagt: „Von Einfluß auf den zulässigen Standraum sind besonders: 1. Wüchsigkeit der Sorte, . . .". Es ist auch unter den natürlichen Voraussetzungen wohl anzunehmen, daß sich die Sorten in dieser Beziehung nicht alle gleichmäßig verhalten. Da die Stärkebildung in den Knollen von den Belichtungsverhältnissen abhängt, so folgt daraus, daß die Kartoffelknollen in ungünstigen Jahren um so ärmer an Stärke sein werden, je größer der Standraum über den notwendigen hinaus bemessen wird. Demnach werden auch Sorten mit wenig und aufstrebendem Kraut einen geringeren Standraum beanspruchen als kräftig und buschig wachsende Sorten. Es ist allerdings auch auszudenken, daß günstige Kartoffeljahre in dem Verhalten verschiedener Sorten einen Ausgleich herbeiführen können. Jedenfalls ist die Frage in der Literatur zu wenig erörtert, und es bedarf weiterer aufklärender Versuche, pflegt man doch auch sonst die spezifischen Ansprüche der Sorten und die sich daraus herleitende Notwendigkeit, sich diesen Verhältnissen weitgehend anzupassen, mit Recht zu betonen.

Nachholend ist noch über die Einwirkung der verschiedenen Standweiten auf den Stärkegehalt zu sagen, daß mit zunehmender Standweite zwar eine Abnahme der Stärkeprozente erfolgt, diese aber nur sehr gering ist. Sie beträgt im Durchschnitt von Standweite zu Standweite nur 0,08%. Dieser Befund deckt sich mit den allgemein gemachten Erfahrungen und wird erhärtet durch die Berichte, die das Forschungsinstitut für Kartoffelbau in den letzten Jahren über die zahlreichen Standweitenversuche der einzelnen Kartoffelversuchsstellen herausgegeben hat. Der Stärkegehalt wird nicht oder nur unwesentlich gering durch die Standweite beeinflußt, Nur ganz selten sind die anderslautenden Darstellungen. So weiß Mitscherlich[12] in der Georgine 1919 einen Versuch mitzuteilen, bei dem mit Zunahme der Standweite auch eine Steigerung des Stärkegehalts

eintrat. Die Stärkeprozente waren in diesem Versuch bei den Standweiten:

$$40 \times 50 \text{ cm} = 18{,}6 \pm 0{,}16\,\%,$$
$$40 \times 60 \text{ cm} = 18{,}9 \pm 0{,}14\,\%,$$
$$75 \times 75 \text{ cm} = 19{,}9 \pm 0{,}38\,\%.$$

Diesen Ergebnissen wird aber vom Verfasser selbst keine Beweiskraft beigelegt.

Wie aus den vorliegenden Versuchsergebnissen eindeutig hervorgeht, ist die engste Standweite $30 \times 60$ cm als die günstigste anzusprechen. Ist dieses Ergebnis mit den bisherigen Erfahrungen betreffs der für den Kartoffelbau günstigsten Standweite in Einklang zu bringen? Zur weiteren Erläuterung der Stellungnahme zu dieser Frage führe ich zunächst einen zweijährigen Kartoffelversuch an, den ich im Versuchsring Goslar auf schwerstem tonigen Lehmboden des Rittergutes Steinlah durchgeführt habe. Entsprechend der Größe der Versuchsfläche, die zur Verfügung gestellt war, wurden die Versuche 1924 bei einer Parzellengröße von 180 Pflanzen in sechsfacher, 1925 mit 150 Pflanzen in vierfacher Wiederholung, angelegt. Die Standweiten waren folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $50 \times 30$ cm | = 1500 qcm | = 66 666 | Pflanzen/ha, |
| $60 \times 30$ cm | = 1800 qcm | = 55 555 | „ |
| $50 \times 40$ cm | = 2000 qcm | = 50 000 | „ |
| $60 \times 40$ cm | = 2400 qcm | = 41 666 | „ |
| $50 \times 50$ cm | = 2500 qcm | = 40 000 | „ |
| $60 \times 50$ cm | = 3000 qcm | = 33 333 | „ |

An Düngung wurde einheitlich in beiden Jahren bei einer Grunddüngung von 250 dz Stallmist 40 kg N als schwefelsaures Ammoniak, 80 kg $K_2O$ als 40 %iges Kalisalz und 27 kg $P_2O_5$ als Superphosphat — eine physiologisch saure Düngung, da der Boden starke alkalische Reaktion zeigte — auf den Hektar verabfolgt. Das Auslegen des einwandfreien und gut verlesenen Saatgutes geschah mit dem Spaten nach vorhergegangener Längs- und Quermarkierung. Als Versuchssorte diente 1924 „Hindenburg“ eig. I. Nachbau („Jubel“-Typ) und 1925 „Arnika“ eig. I. Nachbau (ebenfalls „Jubel“-Typ). Bei guter Pflege und verhältnismäßig günstigen Witterungsverhältnissen wurde in beiden Jahren ein fast lückenloser, gut entwickelter und gesunder Stand erreicht. Fehlstellen wurden nur wenige gezählt und bei der Ernte durch Ausschalten der Nachbarpflanzen i n der Reihe berücksichtigt. Die Ergebnisse der Versuche stehen in der Tabelle XI (s. S. 39) in der Reihenfolge von dem engsten Standraum je Pflanze zum weitesten angeführt. Die Hektarerträge sind sowohl als absolute Erträge (Bruttoerträge) wie auch nach Abzug der Aussaatmenge sich ergebende Erträge (Nettoerträge, nicht gleich Reinerträge) angegeben. Bei der Umrechnung wurde ein Durchschnittsgewicht je Saatknolle von 60 g angenommen.

Um mich nicht zu sehr verbreiten zu müssen, soll von einer ausführlichen Besprechung der Ergebnisse Abstand genommen werden; es sollen vielmehr die Zahlen für sich sprechen.

Tabelle XI.

**Standweitenversuch in Steinlah 1924.**

| Standweite cm | Standraum pro Pflanze qcm | Einzelstaudengewicht g | m % | Absolute Erträge dz/ha | Absolute Erträge Relative Erträge | Nettoerträge dz/ha | Nettoerträge Relative Erträge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50×30 | 1500 | 475 | 2,74 | 316,67 | 100 | 276,67 | 100 |
| 60×30 | 1800 | 592 | 2,64 | 328,88 | 103,9 | 295,55 | 107,0 |
| 50×40 | 2000 | 620 | 1,94 | 310,00 | 97,9 | 280,00 | 101,2 |
| 60×40 | 2400 | 705 | 2,27 | 293,75 | 92,8 | 268,75 | 97,1 |
| 50×50 | 2500 | 702 | 2,03 | 280,80 | 88,7 | 256,80 | 92,8 |
| 60×50 | 3000 | 923 | 1,78 | 307,66 | 97,5 | 287,66 | 103,9 |
| **1925.** | | | | | | | |
| 50×30 | 1500 | 475 | 2,26 | 316,67 | 100 | 276,67 | 100 |
| 60×30 | 1800 | 644 | 2,51 | 357,77 | 113,0 | 324,44 | 117,3 |
| 50×40*) | 2000 | 585 | 4,36 | 292,50 | 92,4 | 262,50 | 94,9 |
| 60×40 | 2400 | 736 | 2,34 | 306,66 | 96,8 | 281,66 | 101,8 |
| 50×50 | 2500 | 764 | 1,79 | 305,60 | 96,5 | 281,60 | 101,8 |
| 60×50 | 3000 | 885 | 2,54 | 295,00 | 93,1 | 275,00 | 99,4 |
| **Hauptversuch.** | | | | | | | |
| **Rheinland.** | | | | | | | |
| 60×30 | 1800 | 674,52 | 1,93 | 374,73 | 100 | 341,40 | 100 |
| 60×40 | 2400 | 829,09 | 2,01 | 345,46 | 92,2 | 320,46 | 93,9 |
| 60×50 | 3000 | 954,09 | 1,88 | 318,03 | 84,9 | 298,03 | 87,3 |
| 60×60 | 3600 | 1008,89 | 2,53 | 280,25 | 74,8 | 263,58 | 77,2 |
| **Deodara.** | | | | | | | |
| 60×30 | 1800 | 629,12 | 1,18 | 349,51 | 100 | 316,18 | 100 |
| 60×40 | 2400 | 815,96 | 1,38 | 339,98 | 97,3 | 314,98 | 99,6 |
| 60×50 | 3000 | 916,97 | 1,30 | 305,65 | 87,4 | 285,65 | 90,3 |
| 60×60 | 3600 | 1092,10 | 1,46 | 303,36 | 86,8 | 286,69 | 91,3 |

Auf der gleichen Tabelle sind, um den Unterschied zwischen Brutto- und Nettoerträgen hervortreten zu lassen, auch für den Hauptversuch die entsprechenden Werte aufgezeichnet. Da die drei angeführten Versuche alle auf schwerem Boden, auf tonigem bzw. humosem Lehmboden durchgeführt sind, sei auch noch aus der großen Zahl der Veröffentlichungen ein Standweitenversuch von leichtem Sandboden mit aufgeführt. Es handelt sich um einen Versuch, der während 6 Jahren mit drei verschiedenen Sorten in schwacher und starker Düngung auf der Versuchswirtschaft Groß-Lübars durchgeführt wurde und über den Schneidewind[30]) in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern 1925 berichtet. In der nachstehenden Tabelle XII sind, weil dies für unsere Zwecke ausreicht, nur die im Durchschnitt der Jahre erzielten Erträge angegeben. Die Nettoerträge sind von mir hinzugefügt worden.

*) m % überschreitet das geforderte Genauigkeitsmaß. Diese Parzelle muß aus diesem Grunde bei der Bewertung ausgeschaltet werden.

Tabelle XII.

**Standweitenversuch in Groß-Lübars 1917—1922.**

| Standweite | | absolute Erträge | | Stärke | | Nettoerträge | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | dz/ha | Relative Erträge | % | dz/ha | dz/ha | Relative Erträge |
| Schwache Düngung (18 kg N.; 36 kg $P_2O_5$: 60 kg $K_2O$) | | | | | | | |
| 40×50 cm | 1917/22 | 146,9 | 100 | 16,9 | 24,3 | 116,9 | 100 |
| = | | | | | | | |
| 2000 qcm | 1918 22 | 143.2 | 100 | 17,2 | 24,1 | 113,2 | 100 |
| 57,5×57,5 cm | 1917/22 | — | — | — | — | — | — |
| = | | | | | | | |
| 3306 qcm | 1918 22 | 133,5 | 93,2 | 17,1 | 22,4 | 115,35 | 101,9 |
| 75×75 cm | 1917/22 | 130,0 | 88,5 | 16,9 | 21,8 | 119,33 | 102,1 |
| = | | | | | | | |
| 5625 qcm | 1918 22 | 125,6 | 87,7 | 17,2 | 21,4 | 114,93 | 101,5 |
| Starke Düngung (60 kg N.; 72 kg $P_2O_5$; 120 kg $K_2O$) | | | | | | | |
| 40×50 cm | 1917/22 | 167,9 | 100 | 16,8 | 27,5 | 137,9 | 100 |
| | 1918/22 | 163,4 | 100 | 16,9 | 27,0 | 133,4 | 100 |
| 57,5×57,5 cm | 1917/22 | — | — | — | — | — | — |
| | 1918/22 | 155,2 | 95,0 | 16,7 | 25,2 | 137,05 | 102,7 |
| 75×75 cm | 1917/22 | 139,1 | 82,9 | 16,5 | 22,5 | 128,43 | 93,1 |
| | 1918/22 | 131,0 | 80,1 | 16,7 | 21,5 | 120,33 | 90,2 |

Eine nähere Besprechung der Versuche und der Tabellen erübrigt sich; denn sie besagen im wesentlichen das, was ich betreffs der Frage nach der günstigsten Standweite im Kartoffelbau allgemein auszuführen habe.

Wie kaum über eine andere Frage des Ackerbaues liegen gerade über diese so viele ältere Beobachtungen vor. Nach diesen sollen für wuchsfrohe Sorten die günstigsten Standräume für die Einzelpflanze 2500 bis 3500 qcm sein. Zu direkt festen Normen ist man auch in den älteren Versuchen nicht gekommen; denn erklärlicherweise lassen die jeweils herrschenden Kulturverhältnisse betreffs der Raumausnutzungsfähigkeit der Kartoffelpflanzen einen weiten Spielraum zu. Unter günstigen Bedingungen entstehen einerseits kräftige Einzelpflanzen, die einen großen Standraum auszunutzen vermögen, andererseits sind aber auch alle Voraussetzungen gegeben für ein gutes Gedeihen der Pflanzen bei engem Stande. Unter ungünstigen Bedingungen — z. B. des Bodens, der Witterung, des Saatgutes usw. — bleiben die Pflanzen klein und sind infolgedessen nicht befähigt, große Standräume auszunutzen; bei allzu engem Stande kümmern die Pflanzen und bringen nur geringe Erträge. Deshalb gestatten un-

günstige Verhältnisse keinen zu engen, aber auch keinen besonders weiten Standraum. Die Richtigkeit der älteren Annahmen ist in der neueren Zeit mehrfach angezweifelt worden und das besonders, nachdem die damals alarmierenden Mitteilungen aus Lesniowo (Polen) in der „Deutschen Landwirtschaftlichen Presse" Nr. 31 erschienen. In Lesniowo wurden auf Sandboden Höchsternten von 356 dz/ha bei einer Standweite von 84 cm im Quadrat erzielt, also bei einem Standraum (= 7056 qcm), der weit über das bisher für zweckdienlich gehaltene Maß liegend angesehen wurde. Gerade diese Mitteilungen brachten den großen Erfolg, daß allenthalben im Reich Versuche angestellt wurden, um nachzukontrollieren, ob tatsächlich zum Vorteil für die Erträge höhere Standweiten angewendet werden konnten als bisher angenommen.

Es folgten bald Berichte, die fast restlos für eine enge Pflanzung eintraten. Dazu gehören die Berichte, die Gerlach[16]) über Standweitenversuche in Mocheln 1914/15 mit Standweiten von 62,8 × 47,1 und 78,5 × 78,5 cm schrieb, oder die Störmer[32]) über Versuche, die während mehrerer Jahre an den Versuchsstellen der Landwirtschaftskammer von Pommern durchgeführt waren, veröffentlichte. In all diesen Versuchen lieferte der enge Stand 40×50, 54,9×54,9, 55×55 cm (Pommern) und 62,8×47,1 (Mocheln) in allen Jahren zum Teil weit höhere Erträge als die verwendeten großen Standweiten 74×74, 75×75, bzw. 78,5×78,5, bzw. 83,7×83,7 cm.

Dann sind in dem „Verhandlungsbericht über die erste Sitzung der Leiter der Kartoffelversuchsstellen" seitens der Kartoffelbaugesellschaft Versuche mitgeteilt, die alle ebenfalls der engen Pflanzung das Wort reden. Z. B. werden aus Ostpreußen Pflanzweitenversuche bei den verschieden starken Düngungen erwähnt, die über die angewandten Standweiten 40×50, 40×60 und 75×75 cm gutachten, daß die Erträge im umgekehrten Verhältnis zur Pflanzweite stehen.

Auch Mitscherlich[11]), Opitz[13]), Schneidewind[30]) u. a. kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Ersterer gibt auf Grund mehrjähriger Versuche als günstigste Standweite, auch nach Abzug der Aussaatmenge, gar nur 1200 qcm Standraum an. Remy[24]) stellt als kritischen Standraum 3000 qcm hin. Die Überschreitung führte mit ganz wenig Ausnahmen, bei denen wenig darüber liegende Standräume die höchsten Nettoerträge brachten, mit Zunahme der Standweiten zu schnell steigenden Ertragsminderungen, während die Unterschreitung des kritischen Punktes niemals beträchtliche Abnahmen der Brutto- und Nettoerträge zeitigte. Bei großen Standräumen wurde zumeist neben dem Abfallen der Knollenerträge auch ein Sinken des Stärkegehaltes beobachtet. Die Zunahme des Anteils an großen Knollen, die bei weitem Stande eintritt, ist für Futter- und Fabrikkartoffeln nicht von allzu großem Belang, bei Pflanzkartoffeln dagegen direkt ein Nachteil.

Nach dem Bericht von Roemer[26]) sind in Amerika weit größere Standweiten üblich, nämlich 90—100 cm Zwischenreihenabstand und 35 bis 50 cm Pflanzenabstand in der Reihe. (Siehe auch die erwähnten Versuche von Stewart.) Mit diesen Standweiten werden jedoch wohl kaum Höchsternten erzielt werden; sie werden von den Amerikanern deshalb bevorzugt, um einmal die Erntearbeiten zu erleichtern, dann aber auch, um den Ansprüchen der amerikanischen Küche zu genügen, die im Gegensatz zu unserem Haushalt große Knollen bevorzugt. Im weiteren Gegensatz zu uns werden auch als Saatkartoffeln große Knollen (85—283 g) gewünscht, da dort allgemein geschnittenes Saatgut zur Aussaat gelangt. Mit dieser Maßnahme wird man sich in der deutschen Landwirtschaft jedoch nicht befreunden können.

Dem Berichte Remys wird in der Zusammenfassung, welche die Kartoffelkulturstation in Heft 6[9]) über die zahlreich angestellten Versuche ihrer über das ganze Reich verteilten Versuchsstellen in den letzten Jahren gibt, voll und ganz zugestimmt.

Das Bestreben, bei einer Vergrößerung des Standraumes die geringere Anzahl an Pflanzen dadurch zu ersetzen, daß man die vorhandenen Pflanzen durch besonders reichliche Düngergaben zu höheren Leistungen und Erträgen befähigt, trifft ebenfalls nicht zu, wie aus den zahlreichen diesbezüglichen Versuchsergebnissen zu folgern ist. Eine verstärkte Düngung wird in günstigen Jahren wohl eine Annäherung, vielleicht auch einen Ausgleich herbeiführen können; die allgemeine Tendenz des Ertragrückganges bei stärkerer Erweiterung des Standraumes bleibt jedoch bestehen.

So finden wir denn den Ausfall der eigenen Versuche in vollem Einklang mit der allgemeinen Stellungnahme.

Eine fest bestimmte Standweite als die günstigste zu nennen, ist nicht möglich. Man wird den Standraum innerhalb gewisser Grenzen zweifellos um so größer bemessen können, je fruchtbarer der Boden und die Witterungsverhältnisse sind. Bei trockener Jahreswitterung wird man durch engen Stand höhere Erträge erzielen, dies sowohl auf leichtem als auch auf schwerem Boden. Zu eng wird man an sich in der Praxis die Kartoffeln nicht auspflanzen können; denn Vorbedingung für eine gewünschte Ertragssteigerung ist natürlich, daß die Pflege- und Häufelarbeit ebenso sorgfältig vonstatten gehen kann wie bei weitem Stande. Es lassen sich auch betreffs dieser Frage nach der günstigsten Standweite wie allgemein im landwirtschaftlichen Pflanzenbau bestimmte Rezepte nicht geben. Und es bleibt somit für den Wirtschafter die Aufgabe, selber auszuprobieren, wie weit er unter seinen Boden- und Klimaverhältnissen in der Reihen- und Staudenentfernung gehen kann. In dieser Hinsicht sei auf die angeführten Steinlaher Versuche hingewiesen, die für die dortigen schweren Bodenverhältnisse die Standweite 30×60 cm als die günstigste erkennen lassen. Im Falle der Not, d. h. bei Mangel an einwandfreiem

Saatgut oder in Anrechnung zu teurer Saat wird man zur Streckung auch dort die Standräume größer wählen; denn die eintretenden Ertragsausfälle werden in dem Falle zweifellos nicht so groß sein, wie wenn schlechtes Saatgut ausgepflanzt würde.

Fragen wir uns noch zum Schluß, welches die geeignetste Standweite für Anbau- und Zuchtversuche ist. Bei Düngungsversuchen wird man natürlicherweise die Standweite beibehalten, welche in der betreffenden Wirtschaft als die geeignetste erkannt ist und welche dort allgemein benutzt wird. Etwas anders verhält es sich bei Sorten- und Zuchtversuchen. Worauf schon früher (S. 32) aufmerksam gemacht worden ist, darf in Kartoffelanbauversuchen neben einer exakten technischen Durchführung das Moment der kritischen Beobachtung durch das Auge nicht vernachlässigt werden; denn in vielen Fällen hat die Errechnung der nackten Schlußzahlen ohne biologischen Kommentar nur einen sehr bedingten Wert. Und da eine Allgemeinbeobachtung nicht ausreichend ist, sondern eine genaue Beobachtung jeder einzelnen Pflanze gefordert werden muß, ist der Standraum so weit zu wählen, daß man jede Pflanze während der ganzen Vegetation für sich beurteilen kann. Man wird also einerseits den Zwischenreihenabstand mindestens 50 cm, besser 60 cm wählen müssen, um beim Durchgehen des Bestandes nicht unnötige Beschädigungen anrichten zu müssen. Andererseits wird der Abstand der Pflanzen in der Reihe aus den eben angeführten Gründen nicht unter 40, besser 50 cm betragen dürfen. Dies noch aus einem anderen Grunde. Bei der Ernte sollen die an Fehlstellen grenzenden Stauden entfernt werden. Da nun von einer Anzahl von Kartoffeln bekannt ist, daß sie ihre Stolonen ziemlich weit vortreiben, so wird das Roden dieser Stauden oft nur bei weitem Stande einwandfrei vorgenommen werden können. Weit austreibende Stolonen finden wir vornehmlich bei den späten Sorten; ein typisches Beispiel liefert z. B. die Sorte „Blücher".

Aus diesen Erwägungen halte ich für vergleichende Anbauversuche eine Standweite von 50 bis 60 cm Reihenabstand und 40 bis 50 cm Pflanzenabstand in der Reihe für erforderlich.

Auch Mitscherlich[13]) schlägt diese Standweiten für Anbauversuche vor, doch aus einem anderen Grunde. Auf Grund von Versuchen stellte er fest, daß die Knollengröße bei verschiedenen Standweiten von Einfluß auf den Ertrag ist und daß dieser Einfluß am meisten bei weitem Stande ausgeglichen wird. Er sagt: „Wenn sonst die höchsten Erträge bei einem Standraum von 0,12 qm erzielt werden, so ist für den Sortenanbauversuch, um den Einfluß der Größe der Saatknollen nach Möglichkeit auszuschalten, ein Standraum von 0,2, besser von 0,3 qm vorzuziehen . . . Dafür sind Standweiten zu wählen von 40×50, 50×50, besser noch 50×60 cm".

Die gleichen Standweiten werden auch für die feldmäßige Prüfung von Zuchtmaterial anzuwenden sein. Bei der Vermehrung des Saatgutes

wird hingegen eine enge Standraumweite vorzuziehen sein, weil durch sie eine gewisse natürliche Auslese stattfindet. Bei engem Stande werden die kranken und schwachen Stauden durch die gekräftigten gesunden schneller überwachsen. Bei weitem Stande vermögen sich jedoch auch die kranken und schwachen Stauden neben den gesunden zu entwickeln, so daß ihre meist kleineren und mittleren Knollen dem Saatgut beigemengt werden. Man wird demnach erwarten können, daß eine dauernd enge Pflanzung den Wert einer Sorte heben kann, während dagegen durch eine weite Pflanzung mit einer Verminderung des nicht erblichen Zuchtwertes zu rechnen ist.

Mit diesen Ausführungen schließe ich den ersten und Hauptteil meiner Arbeit ab. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse und sich ergebende Schlußfolgerungen werde ich am Schluß der Gesamtarbeit folgen lassen.

## B.

## Beiträge zur Lösung der Fragen:

Die folgenden Darlegungen haben den Zweck, über einige noch dunkle Punkte auf versuchstechnischem Gebiete weitere Klarheit zu bringen.

Es sollen anschließend an Hand von weiteren Versuchen noch folgende Fragen kurz Bearbeitung finden:

1. über Nachbarwirkung,
2. über Parzellengröße in Kartoffelanbauversuchen.

Auf die Literatur zu diesen Fragen, soweit sie bereits in Roemers „Feldversuch“ besprochen ist, möchte ich aus diesem Grunde nicht näher eingehen, und ich möchte nur dort, wo es im Zusammenhang notwendig erscheint, auf diese zurückgreifen.

### I.

Bis zum Erscheinen des Feldversuches beruhten die „Erfahrungen“ über die Frage der Nachbarwirkung in Sortenversuchen zumeist auf Annahmen, nicht auf Tatsachen, die durch exakte Versuche gewonnen waren. Erst Roemer schaffte in seiner vorher genannten Schrift Tatsachenmaterial herbei, indem er einerseits die bisher über diesen Punkt veröffentlichten Versuche zusammenhängend und eingehend verarbeitete, und andererseits neue eigene Versuche hinzufügte. Namentlich herrschten noch große Unklarheit und zum Teil auch wohl übertriebene Vorstellungen über die Nachbarwirkung in Hackfruchtversuchen. Auf Grund von mehrjährigen Futter- und Zuckerrübensortenversuchen, die auf dem Versuchsfeld in Halle durchgeführt waren, konnte gezeigt werden, daß die Nachbarwirkung nicht überschätzt zu werden

braucht und in Sortenversuchen so gut wie gänzlich dadurch ausgeschaltet werden kann, daß man Sorten gleichen physiologischen Charakters nebeneinander anbaut. Was für Zuckerrüben gefunden ist, gilt ebenso auch für Kartoffeln. Dies zu zeigen, soll der Zweck der folgenden Untersuchungen sein.

Neben dem Hauptversuch (zur Feststellung des Einflusses der Fehlstellen) war von mir, ebenfalls auf Veranlassung von Professor Roemer, im Jahre 1922 ein zweiter Kartoffelversuch unter gleichen Boden- und Düngungsverhältnissen auf dem Versuchsfelde des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Halle angelegt worden. Die genaue Anordnung des Versuchs zeigt umstehende Planskizze (Tabelle XIII). In den Versuch waren fünf verschiedene Sorten aufgenommen. Von diesen waren „Deodara" und „Rheinland" als hauptsächlich in Betracht kommende Vergleichssorten je doppelt angepflanzt, so daß sieben verschiedene Parzellen zu unterscheiden sind. Jede Sorte oder besser jede Parzelle wurde in sechsfacher Wiederholung angelegt; die einzelnen Wiederholungen wurden, soweit es die Lage der Versuchsfläche zuließ, schachbrettartig verteilt. Jede Parzelle umfaßte drei Reihen zu je 64 Pflanzstellen, von denen jedoch vier Pflanzen als Rand (an den Enden der Reihen) nicht mit geerntet wurden.

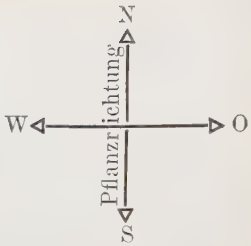
Sämtliche Sorten wurden in der Pflanzweite 60×40 cm mit dem Spaten nach dem Markeur am 30. April ausgelegt. Die Pflege des Versuchsfeldes entsprach der im Hauptversuch erwähnten.

Durch getrennte Ernte, Gewichts- und Stärkebestimmung jeder einzelnen Reihe sollte nun der Einfluß der Nachbarwirkung festgestellt werden, indem der Ertrag der Außenreihen auf den Ertrag der Mittelreihen innerhalb einer jeden Parzelle bezogen wurde. Die Außenreihen wurden entsprechend ihrer Nachbarstellung zu einer anderen Sorte für sich getrennt behandelt.

Bevor wir zur Besprechung der Ergebnisse übergehen, wäre nachholend zunächst über Auswahl und Herkunft der Sorten kurz zu berichten. Absichtlich sollten in den Versuch besonders krasse Sortenunterschiede gebracht werden, um eine Nachbarwirkung dadurch besonders zu erhöhen. Deshalb wurde neben die sehr krautwüchsige und späte „Deodara" („Jubel"-Typ) die frühe „Kuckuck" („Kaiserkrone"-Typ), neben diese die mittelspäte und weniger krautreiche „Rheinland" („Industrie"-Typ), daneben die frühe „Görsdorfer Niere" und anschließend daran wieder „Deodara" ausgepflanzt; an „Deodara" schloß sich die mittelfrühe „Siegeskrone" (Typ nach Snell nicht angegeben, ähnelt aber der „Kaiserkrone"), die wieder an „Rheinland" angrenzte. Neben „Rheinland" begann nun wieder „Deodara" mit derselben Reihenfolge, wie dies klar aus der Planskizze zu ersehen ist.

Das Saatgut der „Rheinland" und der „Deodara" wurde dem gleichen Pflanzgut entnommen, das auch im Hauptversuch Verwendung gefunden.

Tabelle XIII.




**Planskizze** (schematisch).

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 248 | | | 12,3 | | 93 | | 13,1 | | 512 | | III | | 16,6 |
| 231 | | 4f | 12,3 | | 88 | 2d | 12,9 | | 470 | | 7b | II | 16,9 |
| 245 | | | 12,4 | | 81 | | 13,1 | | 546 | | | I | 16,6 |
| | 527 | | 15,6 | 495 | | | 17,3 | | 339 | | III | 15,6 | |
| | 419 | 3f | 16,9 | 458 | | 1d | 17,6 | | 293 | 6b | II | 15,4 | |
| | 625 | | 16,5 | 591 | | | 18,1 | | 276 | | I | 15,1 | |
| 94 | | | 12,9 | | 585 | | 16,4 | | 595 | | III | | 16,8 |
| 88 | | 2f | 13,1 | | 533 | 7d | 16,9 | | 510 | | 5b | II | 17,9 |
| 97 | | | 12,9 | | 567 | | 16,4 | | 567 | | | I | 17,9 |
| | 557 | | 17,1 | 279 | | | 15,4 | | 269 | | III | 12,3 | |
| | 434 | 1f | 18,2 | 217 | | 6d | 16,0 | | 253 | 4b | II | 12,8 | |
| | 602 | | 17,9 | 273 | | | 14,9 | | 231 | | I | 12,4 | |
| 544 | | | 16,6 | | 522 | | 16,5 | | 502 | | III | | 15,8 |
| 503 | | 7f | 16,9 | | 595 | 5d | 17,9 | | 492 | | 3b | II | 16,3 |
| 500 | | | 16,4 | | 502 | | 17,8 | | 612 | | | I | 16,4 |
| | 256 | | 14,7 | 257 | | | 12,5 | | 141 | | III | 13,2 | |
| | 202 | 6f | 14,6 | 240 | | 4d | 12,4 | | 134 | 2b | II | 13,3 | |
| | 193 | | 14,5 | 240 | | | 12,3 | | 114 | | I | 13,2 | |
| 512 | | | 17,5 | | 483 | | 15,8 | | 505 | | III | | 16,8 |
| 574 | | 5f | 17,9 | | 528 | 3d | 16,9 | | 469 | | 1b | II | 18,1 |
| 458 | | | 18,1 | | 490 | | 16,4 | | 560 | | | I | 18,2 |
| | 218 | | 12,3 | 116 | | | 13,3 | | 606 | | III | 16,4 | |
| | 257 | 4e | 12,3 | 127 | | 2c | 13,2 | | 527 | 7a | II | 16,6 | |
| | 257 | | 12,3 | 120 | | | 13,3 | | 682 | | I | 16,3 | |
| 468 | | | 15,7 | | 497 | | 17,5 | | 325 | | III | | 15,7 |
| 473 | | 3e | 16,6 | | 423 | 1c | 17,9 | | 321 | | 6a | II | 15,1 |
| 472 | | | 16,6 | | 541 | | 18,2 | | 288 | | | I | 15,4 |
| | 98 | | 13,3 | 512 | | | 16,9 | | 588 | | III | 16,9 | |
| | 96 | 2e | 13,3 | 487 | | 7c | 16,9 | | 536 | 5a | II | 17,8 | |
| | 110 | | 13,5 | 595 | | | 16,9 | | 419 | | I | 17,3 | |
| 514 | | | 16,9 | | 368 | | 15,8 | | 247 | | III | | 12,1 |
| 528 | | 1e | 18,2 | | 257 | 6c | 14,5 | | 254 | | 4a | II | 11,9 |
| 542 | | | 18,6 | | 268 | | 15,1 | | 225 | | | I | 12,3 |
| | 472 | | 16,9 | 513 | | | 16,5 | | 560 | | III | 15,8 | |
| | 554 | 7e | 16,6 | 583 | | 5c | 17,9 | | 468 | 3a | II | 17,0 | |
| | 579 | | 16,6 | 447 | | | 18,2 | | 607 | | I | 16,3 | |
| 297 | | | 15,6 | | 236 | | 12,4 | | 108 | | III | | 13,3 |
| 210 | | 6e | 14,7 | | 238 | 4c | 12,3 | | 127 | | 2a | II | 13,1 |
| 230 | | | 15,1 | | 243 | | 12,3 | | 100 | | | I | 13,0 |
| | 530 | | 17,0 | 573 | | | 15,1 | | 590 | | III | 16,9 | |
| | 639 | 5e | 18,2 | 492 | | 3c | 16,6 | | 481 | 1a | II | 17,6 | |
| | 477 | | 18,3 | 560 | | | 16,6 | | 572 | | I | 18,4 | |

1. Deodara I
2. Kuckuck
3. Rheinland I
4. Görsdorfer Niere
5. Deodara II
6. Siegeskrone
7. Rheinland II

a, b, c, d, e, f } Wiederholungen

I = Randreihe östlich
II = Mittelreihe
III = Randreihe westlich.
In jeder Parzelle:
rechts: Stärkegehalt
links: Ertrag in g.

Die drei anderen Sorten waren älterer Nachbau der Versuchswirtschaft. Von „Siegeskrone“ mußte infolge zu warmer Aufbewahrung nur mit geringer Keimkraft gerechnet werden.

Vegetationsverhältnisse:

1. „Deodara.“ Wie im Hauptversuch von Anfang an kräftig einsetzende Entwicklung, so daß bald schon den anderen Sorten, namentlich „Kuckuck“ und „Siegeskrone“ weit voraus. Völlig gesunder Bestand.

2. „Kuckuck.“ Relativ später, sehr ungleichmäßiger Aufgang (29. bis 31. Mai). 30% der Stauden zeigten bereits nach achttägiger Entwicklung krankhaftes Aussehen. Am 15. Juli war bereits ⅓ des Bestandes vorzeitig abgestorben. Durchaus kranker Bestand.

3. „Rheinland.“ Allgemein gute Entwicklung, doch etwas langsamer als bei „Deodara“. Gesundes Aussehen.

4. „Görsdorfer Niere.“ Aufgang mit „Deodara“ und „Rheinland“ zusammen am 26. Mai. Ungleichmäßige und zaghafte Entwicklung. Blattrollkrank, nur wenige Stauden gesund.

5. „Siegeskrone.“ Ungleichmäßiger Aufgang (26.—31. Mai), schwache Anfangsentwicklung, die später etwas besser wurde. Ungleichmäßiger und blattrollkranker Bestand.

Die Ernte der frühen Sorten fand am 27. August, die der späten am 3. Oktober statt.

Fehlstellen traten nur bei „Kuckuck“ und „Siegeskrone“ in größerer Zahl auf. Die Nachbarpflanzen der Fehlstellen wurden bei der Ertragsermittlung nicht benutzt. Vor der Gewichtsfeststellung wurden sämtliche Knollen rein gewaschen. Der Stärkegehalt wurde nach bekannter Methode mit der Reimannschen Wage bestimmt, und zwar wurden von jeder Reihe drei Proben zu je 5 kg gewogen, aus denen das Mittel in Anrechnung kam.

Das Ergebnis der Ertrags- und Stärkegehaltsbestimmungen ist in die Planskizze eingetragen, und zwar ist aus dem Ertrag einer jeden Reihe gemäß den geernteten Stauden das durchschnittliche Einzelpflanzengewicht errechnet worden.

Dadurch, daß die Wiederholungen schachbrettartig verteilt und einheitlich als Randsorte „Deodara“ genommen war, konnte ich, während sonst überall sechs Wiederholungen verrechnet sind, bei den östlichen Randreihen der Sorten „Deodara I“, „Rheinland I“ und „Deodara II“ und bei den westlichen Randreihen der „Kuckuck“ und „Görsdorfer Niere“ nur fünf Wiederholungen einsetzen (vgl. Planskizze).

Die Ergebnisse des Versuchs, getrennt für die einzelnen Reihen, sind in Tabelle XIV (siehe nächste Seite) zusammengestellt.

Zur Prüfung auf das Genauigkeitsmaß der Ergebnisse ist wiederum wie im Hauptversuch der mittlere Fehler des Mittels aus den Reihenmitteln errechnet worden.

m% stellt sich bei den verschiedenen Sorten verschieden hoch, z. T. zu hoch, um alle Sorten einheitlich auswerten zu können. Infolge der

Tabelle XIV.

| Parzelle | Sorte | Gewicht | | | Stärke | | | Zahl der Fehlstellen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Durchschnittl. Staudenertrag | m | | | m | | |
| | | g | g | % | % | % Stärke | % | |
| | Randreihen östlich | | | | | | | |
| 1 | Deodara I | 568,0 | 10,25 | 1,80 | 18,2 | 0,100 | 0,55 | — |
| 2 | Kuckuck | 103,7 | 5,73 | 5,52 | 13,2 | 0,085 | 0,64 | 7 |
| 3 | Rheinland I | 562,8 | 32,16 | 5,71 | 16,4 | 0,055 | 0,33 | 1 |
| 4 | Görsdorfer Niere | 240,5 | 4,62 | 1,92 | 12,3 | 0,027 | 0,22 | 3 |
| 5 | Deodara II | 478,6 | 25,82 | 5,42 | 17,9 | 0,158 | 0,88 | 1 |
| 6 | Siegeskrone | 254,7 | 14,71 | 5,77 | 15,0 | 0,122 | 0,81 | — |
| 7 | Rheinland II | 578,2 | 24,74 | 4,28 | 16,5 | 0,055 | 0,33 | — |
| | Mittelreihen | | | | | | | |
| 1 | Deodara I | 465,5 | 15,29 | 3,26 | 17,9 | 0,155 | 0,64 | 1 |
| 2 | Kuckuck | 110,0 | 8,89 | 8,08 | 13,2 | 0,065 | 0,49 | 1 |
| 3 | Rheinland I | 478,7 | 14,72 | 3,07 | 17,7 | 0,108 | 0,65 | 2 |
| 4 | Görsdorfer Niere | 245,5 | 4,36 | 1,77 | 12,3 | 0,118 | 0,96 | 1 |
| 5 | Deodara II | 572,8 | 18,52 | 3,24 | 17,9 | 0,057 | 0,32 | 3 |
| 6 | Siegeskrone | 250,0 | 19,94 | 7,97 | 15,1 | 0,236 | 1,56 | — |
| 7 | Rheinland II | 512,7 | 12,91 | 2,52 | 16,8 | 0,063 | 0,38 | — |
| | Randreihen westlich | | | | | | | |
| 1 | Deodara I | 526,3 | 15,75 | 2,99 | 17,1 | 0,111 | 0,65 | 1 |
| 2 | Kuckuck | 111,4 | 8,35 | 7,49 | 13,2 | 0,077 | 0,59 | 4 |
| 3 | Rheinland I | 518,8 | 17,17 | 3,31 | 15,7 | 0,115 | 0,73 | — |
| 4 | Görsdorfer Niere | 245,8 | 7,16 | 2,92 | 12,3 | 0,045 | 0,36 | 5 |
| 5 | Deodara II | 543,3 | 15,49 | 2,85 | 16,9 | 0,159 | 0,94 | — |
| 6 | Siegeskrone | 310,7 | 16,81 | 5,41 | 15,5 | 0,163 | 1,05 | — |
| 7 | Rheinland II | 538,5 | 20,48 | 3,83 | 16,6 | 0,082 | 0,49 | 2 |

schlechten Saatgutbeschaffenheit der Sorten „Kuckuck“ und „Siegeskrone“ mußten auch hohe Fehler erwartet werden; es kam ja vor allem darauf an, den Einfluß dieser schlechten Sorten auf die benachbarten guten Sorten festzustellen. Die übrigen Sorten können wir aber, da hier m% im Durchschnitt unter oder nur wenig über 3% beträgt, zur Prüfung heranziehen. Daß m% in den Reihen der guten Sorten auch noch relativ hoch ist, hat in der zu geringen Pflanzenzahl seinen Grund, wie weiter unten gezeigt werden soll (S. 54).

Die Nachbarwirkung müßte sich nun in einem höheren, bzw. geringeren Ertrage der Randreihen gegenüber den Mittelreihen derselben Sorten zeigen. Aus naheliegenden Gründen müßten also die Randreihen der „Deodara“ und „Rheinland“, soweit diese an die früheren und mäßig bestandenen Sorten angrenzen, höhere und umgekehrt die Randreihen der früheren Sorten möglicherweise niedrigere Ertragszahlen aufweisen als die entsprechenden Mittelreihen. In dem Falle, wo die Randreihe der kraut-

reichen und sehr in die Breite wachsenden „Deodara“ an die weniger krautwüchsige und in der Reife etwas frühere „Rheinland“ stößt, müßten jene Randreihen einen geringen Mehrertrag erwarten lassen.

In folgender Tabelle XV sind die Differenzerträge der Randreihen einmal nach der Formel $A_1 - A_2 \pm \sqrt{m_1^2 \pm m_2^2}$ und dann in Plus- oder Minus-Prozenten der Mittelreihen ausgedrückt. Um die zu erwartenden Verhältnisse im einzelnen kenntlich zu machen, ist den Differenzerträgen

Tabelle XV.

| Parzelle | Sorte | Randreihen östlich: Differenz $A_1 - A_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ | Randreihen östlich: % | Ertrag der Mittelreihen g | Randreihen westlich: % | Randreihen westlich: Differenz $A_1 - A_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Deodara I | 102,5 ± 18,41 | ++22,0 | 465,5 | ++13,1 | 60,8 ± 21,95 |
| 2 | Kuckuck | 6,3 ± 10,58 | — 5,2 | 110,0 | — 1,3 | 1,4 ± 12,15 |
| 3 | Rheinland I | 84,1 ± 35,36 | —17,6 | 478,7 | — 8,4 | 40,1 ± 22,61 |
| 4 | Görsd. Niere | 5,0 ± 6,35 | — 2,1 | 245,5 | +0,1 | 0,3 ± 8,37 |
| 5 | Deodara II | 94,2 ± 31,77 | +—16,4 | 572,8 | +— 5,2 | 29,5 ± 24,14 |
| 6 | Siegeskrone | 4,7 ± 24,77 | —+ 1,9 | 250,0 | —+24,3 | 60,7 ± 26,07 |
| 7 | Rheinland II | 65,5 ± 27,91 | ++12,8 | 512,7 | —+ 5,1 | 25,8 ± 24,21 |

noch jedesmal ein +-Zeichen (Mehrertrag zu erwarten) oder umgekehrt ein —-Zeichen (Minderertrag zu erwarten) vorgesetzt worden. Durch ein Vergleichen der Vorzeichen ersieht man also, ob die Zu- oder Abnahme der Randreihenerträge so eingetreten ist, wie angenommen war. — Mit Ausnahme nur eines Falles liegen sämtliche Differenzerträge innerhalb des dreifachen mittleren Fehlers. Wir wollen aber nach Roemer als gesicherte Ertragsunterschiede 2 m annehmen. Demnach liegen gesicherte Differenzen bei den ertragsarmen frühen Sorten in den östlichen Randreihen nicht vor, während hier die ertragsreichen Reihen alle gesicherte Differenzen erkennen lassen. In den westlichen Randreihen liegen nur Unterschiedserträge der Reihen „Deodara I“ und „Siegeskrone“, also von je einer ertragsarmen und ertragsreichen Sorte außerhalb der Fehlergrenzen.

Bei einem Vergleich der Vorzeichen — gemäß den früheren Ausführungen — innerhalb der als gesichert geltenden Differenzerträge stellt sich für die westlichen Randreihen betreffs des zu erwartenden Ertrags ein Ausgleich heraus, demzufolge in diesen Reihen also keine Nachbarbeeinflussung festzustellen wäre.

Anders verhält es sich bei den östlichen Reihen. Hier sind die Erwartungen dreimal erfüllt und nur einmal nicht erfüllt, so daß man in diesen Reihen eine Nachwirkung, und zwar nur bei den ertragreichen Sorten vermuten müßte.

Dem unterschiedlichen Verhalten der beiden Randreihen bezüglich der Lage zur Himmelsrichtung wollen wir keine besondere Bedeutung zuiegen und dies als zufällig deuten, da einerseits wenig Beobachtungen vorliegen und andererseits auch in der getroffenen Anordnung der Pflanzreihen in der Nordsüd-Richtung ein verschiedener Einfluß der in Frage kommenden Hauptfaktoren, Belichtung und Erwärmung, bekanntlich weitgehend vermieden wird.

Die größte Differenz zeigt sich bei der östlichen Randreihe der „Deodara I". Diese Reihe grenzt an die westliche von „Rheinland II" (vgl. Planskizze). Gerade innerhalb dieser Sorten hätte man natürlicherweise die geringste Einwirkung erwarten müssen, wie dies bereits auch oben erwähnt wurde. Auch diese Feststellung möchte ich als „Zufälligkeit" ansehen, die in der zu geringen Pflanzenzahl 60 je Reihe zur Hauptsache ihren Grund haben mag. — Es bleibt späteren Darlegungen vorbehalten zu zeigen, daß eine Parzellengröße von 60 Pflanzen zur Erzielung einwandfreier Ergebnisse nicht ausreicht, weil bei dieser Zahl der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen auf das Gesamtergebnis nicht genügend ausgeschaltet wird.

Alles in allem können wir als Schlußergebnis dieses Versuchs nur folgern, daß eine Nachbarwirkung — nur bei den ertragreichen Sorten — zwar vorzuliegen scheint, diese aber keineswegs so hoch und so sicher eingetreten ist, wie dies bei der Anordnung und Wahl von so kraß unterschiedlichen Sorten hätte erwartet werden müssen.

Wie verhält es sich nun, wenn man Sorten gleichen oder ähnlichen Typencharakters nebeneinanderbaut?

Als Beiträge betreffs dieser Frage können zweijährige Kartoffelversuche herangezogen werden, die allerdings in ihrem Hauptzweck die Abbaufähigkeit und Ertragstreue einiger als besonders ertragsreich erkannten Sorten im Laufe von mehreren Jahren prüfen sollten. Da aber die Versuche — in entsprechender Anordnung wie im vorigen Versuch — zu drei Reihen je Sorte und Parzelle angepflanzt und von jeder Reihe getrennte Ertragsbestimmungen gemacht waren, können sie, soweit es die Zuverlässigkeit der Ergebnisse erlaubt, für obengenannten Zweck ausgewertet werden.

Die Versuche wurden auf Rittergut Steinlah auf denselben Versuchsflächen und unter denselben Boden- und Düngungsverhältnissen wie auch die früher genannten Standweitenversuche durchgeführt. Zum Anbau gelangten bei einer Standweite von 40×60 cm die Sorten „Deodara", „Hindenburg", „Arnika", „Pepo" und „Lembkes Industrie", und zwar einheitlich im ersten Jahre von allen Sorten eigener erster Nachbau, bzw. eigener zweiter Nachbau im zweiten Jahre. Es handelt sich also bei dem Vergleich um vier Sorten gleichen („Jubel"-) Typs, die untereinander im

Wachstum nur geringe Unterschiede gewähren, und um eine Sorte, die sich zwar ebenso ertragreich und wuchsfroh erwies, jedoch in der Stengel- und Blattentwicklung den anderen Sorten nachstand. Die Anordnung in der Reihenfolge der Sorten geht aus der Tabelle XVI (siehe S. 52) hervor. Um eine Variation hereinzubringen, wurden die Sorten während der beiden Jahre in eine verschiedene Reihenfolge gestellt. Leider stand mir für diese Versuche nur eine verhältnismäßig geringe Versuchsfläche zur Verfügung, so daß diese nur mit 50 Pflanzen in jeder Reihe und zu drei, bzw. im letzten Jahre zu vier Wiederholungen durchgeführt werden konnten. Infolgedessen ist auch in diesen Versuchen der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen auf die Reihenerträge nicht genügend ausgeschaltet, so daß, namentlich für den Versuch 1924, bei der Auswertung gewisse Vorsicht geboten ist.

In beiden Jahren wurde bei verhältnismäßig günstigen Witterungsverhältnissen ein gesunder und fast lückenloser Bestand erzielt, der in dem guten Ertrag aller Sorten seinen Ausdruck findet.

In der Tabelle XVI (S. 52) sind die Erträge wiederum für östliche, westliche Rand- und Mittelreihen getrennt angegeben. Der mittlere Fehler stellt sich im Durchschnitt der drei Reihen zum Teil erheblich über 3 Prozent, was in der zu geringen Frequenz seinen Grund hat. (Vgl. darüber die später folgenden Ausführungen.)

Die Differenzerträge der Randreihen zu den Mittelreihen sind wiederum nach der Formel $A_1 — A_2 \pm \sqrt{m_1^2 \pm m_2^2}$ errechnet worden und stehen auf der Tabelle XVI einzeln angegeben.

Im Versuch 1924 liegen in vier Randreihen von zehn Fällen auf Grund der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung gesicherte Differenzerträge vor. Es wäre aber falsch, diese Mehrerträge auf Konto „Nachbarwirkung“ zu setzen. Denn logischerweise müßten diejenigen Randreihen, die neben denen mit den hohen Mehrerträgen gestanden haben, einen entsprechenden Minderertrag aufweisen. Dies trifft aber in k e i n e m Falle zu, wie dies bei einem Vergleich der Vorzeichen in der betreffenden Spalte der Tabelle zu ersehen ist (wie im vorigen Versuch). Mehrerträge liegen z. B. in beiden Reihen der „Industrie“ vor, also bei der Sorte, von welcher wir eher einen geringen M i n d e r ertrag der Randreihen erwarten mußten. Somit ist 1924 keinerlei Nachbarwirkung zu finden. Im Jahre 1925 zeigte die Sorte „Industrie“ das gerade Gegenteil an und läßt von allen Sorten die beste Übereinstimmung innerhalb der absoluten Erträge erkennen. Auch aus diesem Grunde dürfen wir eine Nachbarwirkung bezüglich der vorliegenden Differenzerträge nicht als gesichert ansehen. Ein viel klareres Bild gibt nun der Versuch 1925. In diesem zeigt das vorliegende Zahlenmaterial nur e i n e Differenz an, die außerhalb der Fehlergrenzen liegt. Aber auch diese Differenz ist nicht als Folge der Nachbarwirkung anzusehen, da die Nebenreihe nicht den zu erwartenden Minderertrag aufweist.

Tabelle XVI.

**Sortenversuche in Steinlah.**

| Parzelle | Sorte | Durchschn. Staudengewicht g | m g | m % | | Differenz | Durchschn. Staudengewicht g | m g | m % | Durchschn. Staudengewicht g | m g | m % | | Differenz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1924** | Randreihen östlich | | | | | Mittelreihen | | | Randreihen westlich | | | | |
| | Pepo (Rand) | Pflanzrichtung: N—S | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Deodara . . . . . | 980 | 34,64 | 3,53 | (+ ±) | 47 ± 56,66 | 1027 | 44,84 | 4,36 | 947 | 63,59 | 6,71 | (+ ±) | 80 ± 77,81 |
| 2 | Hindenburg . . . | 890 | 50,33 | 5,65 | (+ ±) | 3 ± 55,77 | 893 | 24,04 | 2,69 | 1010 | 45,08 | 4,46 | — + | 117 ± 51,08 |
| 3 | Industrie . . . . | 1193 | 26,04 | 2,18 | — + | 226 ± 34,99 | 967 | 23,38 | 2,42 | 1070 | 25,16 | 2,35 | — + | 103 ± 34,34 |
| 4 | Arnika . . . . . | 1013 | 27,29 | 2,69 | (— ±) | 17 ± 54,57 | 1030 | 47,25 | 4,59 | 980 | 14,14 | 1,44 | (+ ±) | 50 ± 49,32 |
| 5 | Pepo . . . . . | 1110 | 40,83 | 3,68 | + — | 127 ± 52,38 | 1237 | 32,83 | 2,65 | 1143 | 40,56 | 3,55 | (+ ±) | 94 ± 52,18 |
| | Deodara (Rand) | | | | | | | | | | | | | |
| | **1925** | | | | | | | | | | | | | |
| | Hindenburg (Rand) | Pflanzrichtung: NN—S | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Arnika . . . . . | 787 | 28,69 | 3,65 | (— ±) | 93 ± 59,35 | 870 | 51,96 | 5,97 | 857 | 31,19 | 3,64 | (— ±) | 23 ± 60,62 |
| 2 | Industrie . . . . | 802 | 34,73 | 4,33 | (+ ±) | 13 ± 47,75 | 815 | 32,78 | 4,02 | 815 | 35,71 | 4,38 | (+ ±) | 0 ± |
| 3 | Pepo . . . . . | 715 | 37,96 | 5,31 | (± ±) | 20 ± 41,02 | 735 | 15,54 | 2,11 | 745 | 35,71 | 5,06 | (+ ±) | 10 ± 35,71 |
| 4 | Deodara . . . . . | 697 | 29,54 | 4,24 | (— ±) | 38 ± 36,71 | 735 | 21,79 | 2,96 | 745 | 29,01 | 3,89 | (+ ±) | 10 ± 36,28 |
| 5 | Hindenburg . . . | 785 | 29,58 | 3,77 | — + | 143 ± 42,98 | 642 | 31,19 | 4,86 | 705 | 29,01 | 4,11 | (+ ±) | 63 ± 42,60 |
| | Arnika (Rand) | | | | | | | | | | | | | |

Daher kann aus diesem Grunde mit ziemlich sicherer Bestimmtheit festgestellt werden, daß eine Nachwirkung, die sich in einer Erhöhung, bzw. Minderung des Ertrages der Randreihen offenbaren mußte, bei den verwandten Sorten und einer Reihenentfernung von 60 cm tatsächlich nicht eingetreten ist.

Daraus ist weiter die Folgerung abzuleiten, daß eine gegenseitige Beeinflussung benachbarter Sorten gleichen Typencharakters nicht in Rechnung gestellt zu werden braucht.

Zu der gleichen Feststellung kommt auch Opitz[16]), der Versuchsergebnisse gleichgerichteter Untersuchungen im „Pflanzenbau" veröffentlichte. Diese Ergebnisse wurden an Hand eines 31 Sorten umfassenden Kartoffelanbauversuches gewonnen, der ebenfalls mit einem Reihenabstand von 60 cm in Teilstücken zu je vier Reihen und in fünffacher Wiederholung durchgeführt war. Jede Reihe enthielt 25 Pflanzstellen. Ähnlich wie in unserem Versuche wurden die Randreihenerträge in Vergleich gestellt zu den Erträgen der Mittelreihen (hier zwei Mittelreihen). Die Anordnung der Sorten innerhalb des Versuchs war so getroffen, daß durchweg Sorten gleichen Typencharakters nebeneinander angebaut waren.

Als Ergebnis aus diesen Untersuchungen gibt Opitz bekannt, daß „1. unter 31 Sorten nur fünf deutlich nachweisbare Fälle einer Nachbarbeeinflussung zu verzeichnen sind", und daß „2. diese Fälle bei dem Übergang von einem Sortentyp zu einem völlig anderen liegen, während Sorten eines Typs bei Verwendung vollwertigen Pflanzgutes sich gegenseitig nicht beeinflussen". Opitz erwähnt unter anderem auch ein Beispiel, wonach eine Sorte des Up-to-date-Typs entgegen den entsprechend ihres Staudencharakters zu stellenden Erwartungen den Ertrag der wuchskräftigeren „Deodara" beeinträchtigt habe, und folgert daraus, daß neben dem Licht noch andere Faktoren eine Wirkung auslösen können. Letzteres soll nicht in Abrede gestellt werden. Ob dieser Befund aber in so hohem Maße eintrifft, dürfte doch sehr zweifelhaft sein; denn da nur 25 Stauden in den Randreihen zum Vergleich gesetzt waren, ist es auch sehr leicht möglich, daß hier zufällige Schwankungen vorgelegen haben, die bei der geringen Zahl von Pflanzen auf den Einfluß des individuellen Verhaltens der Einzelpflanzen zurückzuführen sind. Jedenfalls sind auf Grund des Ausfalls unseres ersten Versuches so „feine" Einwirkungen der Nachbarstellung verschiedener Sorten kaum anzunehmen, da selbst krasseste Sortenunterschiede keine deutliche Nachbareinwirkung erbrachten. Derartige „feine" Feststellungen bezüglich der Nachbarbeeinflussung sind m. E. nur in Parzellen zu machen, in welchen auch die Pflanzenzahl der einzelnen Reihen so groß ist, daß der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen bei der Ertragsbestimmung mit Sicherheit ausgeschaltet wird.

Wenn nun noch die Feststellung Roemers (Feldversuch 1925, S. 69), nach welcher bei einem großen Sortenversuch in Lauchstädt nur in 5% der Fälle eine Nachbarwirkung eingetreten ist, hinzugenommen wird, so zeigen alle Versuche einheitlich, daß der Nachbarwirkung — bei einem Reihenabstand von 60 cm — und der Versuchsanordnung in der Reihenfolge gleichen oder ähnlichen Typs in praktischen Anbauversuchen keine Bedeutung beizumessen ist.

Wenn es nun gelingt, die Typisierung der Kartoffelsorten, wie sie sich die Kartoffelregisterstelle bei der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem zur Aufgabe gestellt hat, restlos durchzuführen, so ist damit die Gewähr gegeben, die „Nachbarwirkung" in Anbauversuchen gänzlich auszuschalten. Bei dem heute vorhandenen Wust von Kartoffelsorten, die stets jährlich in einer Unzahl aufs neue „gezüchtet" werden, wird es allerdings heute dem Versuchsansteller noch nicht möglich sein, bei anzustellenden Kartoffelsortenversuchen immer die richtige Anordnung zu treffen. Doch liegt dank der Arbeiten von Snell[31]) auch heute schon eine Beschreibung von so zahlreichen Sorten vor, die es dem Versuchsansteller gestattet, in den meisten Fällen das Richtige zu treffen. Wenige etwa eintretende Ausnahmen können übersehen werden. Damit ist Gewähr vorhanden, die Kartoffelsortenversuche nach der von Roemer bezeichneten Methode Sassanow anzulegen. In dieser Anlage, jede Sorte in Parzellen von nur einer Reihe mit genügender Pflanzenzahl anzubauen, ist die Frage nach der zweckentsprechendsten Form der Teilstücke sowohl in theoretischer Weise, als auch betreffs der bequemen praktischen Versuchsdurchführung aufs beste gelöst. Die Methode Sassanow kann, wie dies bereits schon durch Roemer geschehen, wenn es möglich ist, die Sorten nach bestimmtem Typencharakter einzuordnen, für Sortenversuche mit Kartoffeln unbedenklich empfohlen werden. Bei Übergängen von einem Sortentyp zum andern müßten die Endsorte und die Anfangssorte des anderen Typs in Doppelreihen angebaut werden.

## II.

Mehrfach wurde bei der Besprechung der letzten Versuche darauf hingewiesen, daß bei zu geringer Pflanzenzahl je Parzelle oder, was dasselbe ist, bei zu geringer Teilstückgröße der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen auf die Ertragsergebnisse nicht genügend ausgeschaltet wird. Diese „individuellen Schwankungen" wurden in den zuletzt besprochenen Versuchen durch eine Pflanzenzahl von 50 oder 60 Stauden nicht beseitigt; infolgedessen entstanden Fehler, welche die Zuverlässigkeit und damit die Auswertung der Ergebnisse wesentlich störten.

Wie groß mußten denn in diesen Versuchen die Teilstücke genommen sein, um die individuellen Schwankungen mit hinreichender Sicherheit auszuschalten?

Diese Frage soll in folgendem untersucht werden, und zwar an Hand der gleichen Versuche.

Beschäftigen wir uns zunächst wieder mit dem Sortenversuch, der im Jahre 1922 auf dem Versuchsfeld in Halle durchgeführt worden ist.

Wie bereits früher gezeigt und aus der beigefügten Planskizze (Tab. XIII, S. 46) zu ersehen ist, waren die einzelnen Sorten zu drei Reihen von je 60 Stauden in sechsfacher Wiederholung bzw., da zwei Sorten — „Rheinland" und „Deodara" — doppelt aufgenommen waren, in zwölffacher Wiederholung angelegt. Da wir nun für jede Reihe getrennte Erträge ermittelt haben, wird es möglich gemacht, folgende vergleichende Verrechnungen anzustellen:

Ich befasse mich nur mit den drei Sorten „Deodara", „Rheinland" und „Görsdorfer Niere". Die beiden anderen Sorten erscheinen wegen des schlechten Bestandes und der mangelhaften Genauigkeit ihrer Ertragszahlen als nicht geeignet. — Von diesen Sorten vergleiche ich die Erträge einer einzelnen Reihe (und zwar der mittleren), also von 60 Pflanzen, mit den Durchschnittserträgen von zwei und drei Reihen, also von 120 und 180 Pflanzen.

Die Durchschnittserträge findet man sehr leicht, indem man die Teilergebnisse der Einzelreihen jeweilig zusammenfaßt und nunmehr das Durchschnittsstaudengewicht von 120 bzw. 180 Pflanzen errechnet. Gleichzeitig ist dabei immer der mittlere Fehler des Mittels bestimmt worden.

Zur näheren Kennzeichnung soll nochmals bemerkt werden, daß es sich um den Vergleich des Ertrages bzw. Durchschnittsertrages von 60 Stauden mit dem Durchschnittsertrag von 120 bzw. 180 Stauden handelt, wobei jene 60 Stauden innerhalb dieser 120 bzw. 180 Stauden liegen.

Die Ergebnisse sind auf der Tabelle XVII (siehe nächste Seite) zusammengestellt.

Zunächst zeigen die Erträge der Einzelreihen (von 60 Pflanzen) in der außerordentlich hohen Schwankung der Ertragszahlen selbst innerhalb der Versuchsreihen I und II der Sorten „Deodara" und „Rheinland" nur wenig Sicherheit. Die Schwankungen sind so groß, daß sie durch die mittleren Fehler des Mittels, obwohl diese über 3% betragen, nicht einen hinreichenden Ausdruck finden. Die Ertragsunterschiede stammen mit Sicherheit zur Hauptsache aus Fehlern der Versuchsanordnung und sind deshalb „systematische Fehler", von welchen bekannt ist, daß sie sich nicht in allen Fällen einer Anordnung im Sinne der Gaußschen Wahrscheinlichkeitskurve anpassen. Daß die Schwankungen vornehmlich durch die geringe Pflanzenzahl bedingt sind, und nicht zur Hauptsache etwa durch Bodenverschiedenheit oder die Lage der Wiederholungen auf dem Versuchsfelde oder durch Fehler „zufälliger" Art, geht gleich aus dem nachfolgenden Befunde hervor. Denn das Bild ändert sich sofort, wenn statt einer Reihe zwei Reihen, also statt 60 Pflanzen 120 zur Ertragsermittlung herangezogen werden. In diesem Falle ist eine gute Über-

Tabelle XVII.

| Zahl der Wiederholungen | Anzahl der Stauden | Sorte | durchschn. Staudengewicht g | m in g | m in % | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 60<br>120<br>180 | Deodara I | 465,5<br>517,0<br>520,0 | 15,29<br>7,54<br>8,45 | 3,26<br>1,46<br>1,63 | Differenz zwischen Deodara I und II<br>$A_1 - A_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ |
| 6 | 60<br>120<br>180 | Deodara II | 572,8<br>526,0<br>532,0 | 18,52<br>11,92<br>7,96 | 3,23<br>2,27<br>1,49 | 107,3±24,03=4,5 m<br>9,0±14,07=0,6 „<br>12,0±11,61=1,0 „ |
| 6 | 60<br>120<br>180 | Rheinland I | 478,7<br>520,0<br>520,0 | 14,72<br>11,07<br>11,59 | 3,07<br>2,13<br>2,23 | Differenz zwischen Rheinland I und II |
| 6 | 60<br>120<br>180 | Rheinland II | 512,7<br>545,0<br>543,0 | 12,91<br>16,61<br>14,49 | 2,52<br>2,86<br>2,67 | 34,0±19,58=1,7 m<br>25,0±19,96=1,2 m<br>23,0±18,55=1,2 m |
| 6 | 60<br>120<br>180 | Görsdorfer Niere | 245,5<br>243,0<br>244,0 | 4,36<br>2,85<br>1,74 | 1,77<br>1,18<br>0,71 | |

einstimmung innerhalb der beiden Versuchsreihen vorhanden; denn die Ertragsdifferenz beträgt bei „Deodara“ nur 9±14,07 g, bei „Rheinland“ 25±19,96 g. Die Differenz liegt demnach innerhalb des einfachen mittleren Fehlers, bzw. überschreitet diese Grenze nur um weniges.

Vergleichsweise betragen die Unterschiede bei den Erträgen von nur 60 Pflanzen der „Deodara“ 107,3±24,03 g, der „Rheinland“ 34,0±17,58 g. Während hiernach der Unterschied bei der ersteren Sorte über 4 m groß, also absolut sicher ist, kann er bei „Rheinland“ allerdings nicht absolut sicher erkannt werden, da er noch gerade innerhalb der geforderten Fehlergrenze liegt; er ist aber weit größer als bei den Erträgen von 120 Pflanzen.

Gleichzeitig mit der Berichtigung der absoluten Erträge ist auch m% beträchtlich herabgemindert worden; m% ist bei „Deodara“ jetzt nur noch im Durchschnitt 1,86%. Bei „Rheinland“ tritt dies allerdings nicht so hervor, wenngleich auch hier m% von im Durchschnitt 2,79 auf 2,49% gesunken ist; aber bei dieser Sorte war ja auch an sich der Unterschied nicht hoch.

Außer von zwei Reihen sind auch noch von drei Reihen, also von 180 Stauden die Erträge berechnet worden. Diese sind dadurch weder in dem absoluten Ertrag, noch in bezug auf den mittleren Fehler wesentlich verbessert worden.

Bei der dritten Sorte „Görsdorfer Niere“ hatte die verschiedene Art der Verrechnung keinen Einfluß auf die absoluten Erträge, während sie jedoch das Ergebnis hinsichtlich des mittleren Fehlers in ganz gesetzmäßiger Weise sicherer gestaltete. Bei dieser Sorte sind bereits mit 60 Stauden genügend zuverlässige Ertragsergebnisse erzielt worden.

Das verschiedene Verhalten z. B. der Sorten „Deodara“ und „Görsdorfer Niere“ in bezug auf den Einfluß der individuellen Schwankungen — was sich teilweise noch mehr in den folgenden Versuchen äußert — wird durch Untersuchungen von Opitz[17]) begründet werden können.

Opitz stellte nämlich über die Höhe der individuellen Schwankungen innerhalb verschiedener Sorten folgende Untersuchungen an: Aus einem Kartoffelsortenversuch, der gleichzeitig mit zwei verschiedenen Düngungen angelegt war, nahm er je 100 nebeneinanderstehende Einzelstauden der verschiedenen Sorten und Düngungsarten und ordnete diese dem Gewicht nach zu Klassenvarianten an, zunehmend von 50 zu 50 g. Die Aufzeichnungen ließen erkennen, daß die ertragreicheren Sorten größeren Schwankungen unterworfen waren, daß ferner die besser gedüngten Stauden mehr variierten als die schlechter gestellten. Daraus folgert Opitz weiter, daß ertragssteigernde Einflüsse auch größere Unterschiede in den Staudenerträgen zur Folge haben. Die Verteilung der Varianten innerhalb der Variationsbreite zu einer symmetrischen Kurve war bei keiner Sorte zu verzeichnen, wenngleich auch eine gewisse Anhäufung von Werten innerhalb einer bestimmten Grenze stattfand. Bei einer Sorte „Anspruchlose“ — außer dieser waren noch „Pepo“, „Deodara“, „Pirola“ und X angebaut — konnte auch nicht eine Spur von Symmetrie bei der Anordnung gefunden werden.

Standortseinflüsse und erbliche Variabilität wirken sich in den Staudenerträgen der einzelnen Sorten verschieden aus. Deshalb auch das unterschiedliche Ausmaß innnerhalb der Steinlacher Sortenversuche, auf die ich nunmehr betreffs der vorliegenden Frage eingehe.

Die Verrechnung dieser Versuche ist in gleicher Weise erfolgt wie im vorigen Versuche, nur mit dem Unterschiede, daß innerhalb dieser gemäß der Anlage Parzellengrößen von nur 50, 100 und 150 Pflanzen in Vergleich gestellt werden können. Für diese Versuche gelten die in der Tabelle XVIII (siehe Seite 58) aufgeführten Ertragswerte.

Sehen wir zunächst von den Zahlen für die mittleren Fehler ab, so lassen die Erträge der Einzelreihen gegenüber den Mehrreihenerträgen innerhalb der verschiedenen Sorten wiederum große Schwankungen erkennen; durch Vergrößerung der Teilstrecke wird wieder eine wesentliche Berichtigung erreicht. Wenn in dem Versuch 1924 die Ertragszahlen der mittleren mit denen der größeren Parzellen noch nicht die gewünschte Ausgeglichenheit zeigen, so hat dies seinen Grund in der geringen Zahl der Wiederholungen, die in diesem Falle nur drei beträgt. Es mag daraus hervorgehen, daß bei Vorhandensein von nur drei Wiederholungen eine

Tabelle XVIII.

**Standweitenversuche in Steinlah.**

| Sorte | Pflanzenzahl | Versuch 1924 | | | Versuch 1925 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Durchschnittl. Staudengewicht | (3 Wiederholungen) m | | Durchschnittl. Staudengewicht | (4 Wiederholungen) m | |
| | | g | g | % | g | g | % |
| Deodara | 50 | 1 027 | 44,84 | 4,36 | 735 | 21,79 | 2,96 |
| | 100 | 1 003 | 15,96 | 1,59 | 716 | 12,95 | 1,81 |
| | 150 | 984 | 28,14 | 2,86 | 726 | 15,31 | 2,11 |
| Hindenburg | 50 | 893 | 24,04 | 2,69 | 642 | 31,19 | 4,86 |
| | 100 | 892 | 20,27 | 2,27 | 714 | 9,65 | 1,35 |
| | 150 | 931 | 5,67 | 0,61 | 711 | 14,36 | 2,04 |
| Industrie | 50 | 967 | 23,38 | 2,42 | 815 | 32,78 | 4,02 |
| | 100 | 1 080 | 5,74 | 0,53 | 809 | 22,95 | 2,83 |
| | 150 | 1 077 | 5,74 | 0,53 | 811 | 24,33 | 3,00 |
| Arnika | 50 | 1 030 | 47,25 | 4,59 | 870 | 51,96 | 5,97 |
| | 100 | 1 022 | 13,64 | 1,33 | 829 | 26,33 | 3,17 |
| | 150 | 1 008 | 12,41 | 1,23 | 838 | 20,61 | 2,46 |
| Pepo | 50 | 1 237 | 32,83 | 2,65 | 735 | 15,54 | 2,11 |
| | 100 | 1 173 | 34,80 | 2,96 | 725 | 17,67 | 2,44 |
| | 150 | 1 162 | 36,44 | 3,14 | 732 | 13,90 | 1,90 |
| Im Durchschnitt der 5 Sorten d = | 50 | | | 3,34 | | | 3,98 |
| | 100 | | | 1,74 | | | 2,32 |
| | 150 | | | 1,67 | | | 2,30 |

Parzellengröße von 100 Stauden noch nicht groß genug ist, um den Einfluß der individuellen Schwankungen auszuschalten.

Im Versuch 1925, der mit vier Wiederholungen angelegt war, erscheinen die absoluten Erträge durch eine Parzellengröße von 100 Pflanzen gut ausgeglichen. Die vergleichsweise höheren Versuchsfehler werden offenbar nicht durch die Staudendifferenzen, sondern in erster Linie durch Einflüsse anderer Art, Bodenungleichmäßigkeiten usw. bedingt sein.

In bezug auf die Fehler-Zahlen ist in gleicher Weise, wie auch im Hallenser Versuch bei den größten Parzellen, in beiden Versuchen durch die Parzellen von 150 Pflanzen keine weitere Verbesserung der Fehlergrößen im Durchschnitt der Sorten erzielt worden, wie dies bereits durch die 100-Stauden-Parzelle erreicht worden war.

Auch Mitscherlich[11, 14]) machte in Parzellengrößenversuchen mit Kartoffeln gleichsinnige Feststellungen, indem auch hier die Fehler nach Überschreitung einer bestimmten Parzellengröße, nämlich 50 qm, nicht mehr verbessert wurden; denn er fand die in der Tabelle XIX (s. S. 59) aufgezeichneten Zahlen. Wenn nun Mitscherlich aus diesen Ergeb-

Tabelle XIX.

| Nach Mitscherlich (Ldw. Jb. 1920 S. 717) | „Wahrer Fehler“ in Prozent des Ertrages Parzellengrösse | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ganz klein | 10 qm | 25 qm | 50 qm | 100 qm | besonders gross |
| Sortenanbauversuch Nickelsdorf (5 Sorten) | 3,50 | 2,81 | 2,33 | 2,07 | 2,00 | 2,00 |
| Düngungsversuch Metgethen (5 Düngungen) | 8,02 | 4,92 | 2,46 | 1,99 | 1,94 | 1,94 |
| Düngungsversuch Schwenkendorf (5 Düngungen) | 3,52 | 2,97 | 2,37 | 1,78 | 1,32 | 1,15 |

| Eigene Versuche | Mittlerer Fehler des Mittels = m % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 qm | 14,4 qm | 24 qm | 28,8 qm | 36 qm | 43,2 qm |
| Sortenversuch Halle 1922 (3 Sorten) | | 2,77 | | 1,98 | | 1,91 |
| „ Steinlah 1924 (5 Sorten) | 3,34 | | 1,74 | | 1,67 | |
| „ Steinlah 1925 (5 Sorten) | 3,98 | | 2,32 | | 2,30 | |

nissen schließt, daß eine Teilstückgröße von 25 qm völlig ausreichend sei, und wenn er weiter sagt, daß bei einer kleineren Teilstückgröße die Fehler unstet werden und daß eine Teilstückgröße von 50 qm schon als übermäßig groß bezeichnet werden muß, so treffen die Schlußfolgerungen auch für die vorliegenden Versuche zu.

Zur besseren Übersicht seien die betreffenden Zahlen der eigenen Versuche nochmals besonders zusammengestellt (Tabelle XIX). Die Parzellengrößen sind entsprechend in Quadratmeter umgerechnet worden.

Um den Einfluß der individuellen Schwankungen, wie er in Feldversuchen bei Verwendung einer zu geringen Pflanzenzahl für die Zwecke der Fehlertheorie vorhanden ist, näher zu beleuchten, sind noch folgende Verrechnungen angestellt.

Dadurch, daß — in dem Hallenser Sortenversuch — die einzelnen Reihen innerhalb jeder Sorte jeweils als Wiederholungen aufgefaßt und nun entweder von jeder Parzelle 2 oder 3 Reihen zur Verrechnung herangezogen werden, gelangt man zu Ertragszahlen, die bei 12- bis 18-, bei „Deodara“ und „Rheinland“ gar bis zu 36facher Wiederholung gewonnen werden. Die auf diese Weise errechneten Zahlenergebnisse sind in nachstehender Tabelle XX übersichtlich zusammengestellt.

Es zeigt sich, daß bei einer Parzellengröße von nur 60 Pflanzen selbst bei 12facher Wiederholung noch zu hohe Versuchsfehler bleiben und daß erst bei 18facher Wiederholung mit je 60 Pflanzen das Mindestmaß der

Tabelle XX.

| Sorte | Pflanzenzahl | Parzellengrösse qm | Zahl der Wiederholungen | Durchschnittl. Staudengewicht g | m g | m % | theor. % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deodara I | 60 | 14,4 | 6 | 465,5 | 15,29 | 3,26 | |
| | 60 | 14,4 | 12 | 517,0 | 17,77 | 3,44 | (2,30) |
| | 60 | 14,4 | 18 | 520,0 | 12,73 | 2,45 | (1,88) |
| Deodara II | 60 | 14,4 | 6 | 572,8 | 18,52 | 3,24 | |
| | 60 | 14,4 | 12 | 526,0 | 19,55 | 3,71 | (2,29) |
| | 60 | 14,4 | 18 | 532,0 | 13,88 | 2,61 | (1,87) |
| Rheinland I | 60 | 14,4 | 6 | 478,7 | 14,72 | 3,07 | |
| | 60 | 14,4 | 12 | 520,0 | 19,10 | 3,67 | (2,17) |
| | 60 | 14,4 | 18 | 520,0 | 13,64 | 2,62 | (1,77) |
| Rheinland II | 60 | 14,4 | 6 | 512,7 | 12,91 | 2,52 | |
| | 60 | 14,4 | 12 | 545,0 | 16,61 | 3,05 | (1,78) |
| | 60 | 14,4 | 18 | 543,0 | 12,55 | 2,31 | (1,45) |
| Görsdorfer Niere | 60 | 14,4 | 6 | 245,5 | 4,36 | 1,77 | |
| | 60 | 14,4 | 12 | 243,0 | 3,09 | 1,27 | (1,25) |
| | 60 | 14,4 | 18 | 244,0 | 3,03 | 1,24 | (1,02) |
| Deodara I u. II | 60 | 14,4 | 36 | 526,0 | 9,38 | 1,78 | (1,33) |
| | 120 | 28,8 | 12 | 521,0 | 6,83 | **1,31** | **(1,31)** |
| | 180 | 43,2 | 12 | 526,0 | 5,80 | **1,10** | **(1,10)** |
| Rheinland I u. II | 60 | 14,4 | 36 | 532,0 | 9,39 | 1,76 | (1,14) |
| | 120 | 28,8 | 12 | 533,0 | 9,67 | **1,81** | **(1,77)** |
| | 180 | 43,2 | 12 | 532,0 | 9,51 | **1,79** | **(1,75)** |

Genauigkeit von 3% unterschritten wird. m % bleibt aber auch hier noch weit hinter dem Fehlermaß zurück, das bei einer Parzellengröße von 120 und 180 Pflanzen und 6facher Wiederholung erreicht wurde.

Indem nun wieder, wie auch schon früher bei anderer Gelegenheit, die beiden Parzellenreihen der Sorten „Deodora“ und „Rheinland“ jeweils zusammen Berücksichtigung finden, bleibt wiederum in Hinsicht auf die Fehlergröße eine 12fache Wiederholung von 120 bzw. 180 Pflanzen einer gar 36fachen Wiederholung von nur 60 Pflanzen überlegen.

Auch aus diesen Überlegungen geht hervor, daß eine Parzellengröße von nur 60 Pflanzen zur Erzielung einwandfreier Erträge mit hinreichender Genauigkeit nicht ausreicht; selbst eine Steigerung der Wiederholungen auf eine praktisch nicht anwendbare Zahl hat nur wenig Erfolg. Auffallend und den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsberechnung scheinbar zuwider ist, daß die bei der verschieden großen Zahl der Wiederholungen gewonnenen Fehlerzahlen der kleinen Parzellen sich nicht der G a u ß schen Fehlertheorie anpassen.

Die Fehlertheorie sagt aus, daß, wenn bei einer Wiederholung (= Beobachtung) der mittlere Fehler $\pm \sigma$ ist, sich für das arithmetische Mittel von n Wiederholungen ein mittlerer Fehler von $\pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ergibt. Nach dieser Formel muß sich m bei der Vermehrung der Wiederholungen im Sinne einer bestimmten Kurve ändern.

Dies trifft aber im vorliegenden Falle keineswegs zu, wie die theoretisch errechneten Werte, die auf der Tabelle in Klammern angegeben sind, anzeigen.

Man mag nun als Grund gegen die Art und Weise der Verrechnung Einwendungen machen derart, daß durch die ungleichmäßig verteilte Lage der Wiederholungen auf die Versuchsfläche fehlerhafte Einflüsse in die Verrechnung hineingetragen worden seien. Doch daß sich diese Einflüsse von solcher Höhe zeigen würden, müßte bei der im ganzen relativ kleinen Versuchsfläche verwundern, zumal sich das hallische Versuchsfeld bekanntlich durch eine geradezu hervorragende Bodenausgeglichenheit auszeichnet. Der Grund ist auch nicht hierin zu suchen, sondern in dem Umstande, daß durch den Einfluß der individuellen Schwankungen auf die Ertragszahlen Fehler entstehen, die nicht, wie es für die Fehlertheorie Voraussetzung ist, rein zufällig sind.

Sind hingegen die individuellen Schwankungen durch Vergrößerung der Teilstücke beseitigt, d. h. ausgeglichen, so müßten die sich nun ergebenden Zahlenwerte auch den Gesetzen der Fehlertheorie entsprechen. Das ist auch tatsächlich der Fall, wie die entsprechenden Zahlenwerte der Parzellengrößen von 120 bzw. 180 Pflanzen bei 12facher Wiederholung nachweisen. Die theoretisch errechneten Fehler stimmen für die Sorte „Deodara“ g e n a u und für die Sorte „Rheinland“ fast genau mit den gefundenen überein.

So ist es denn durch diese Art der Verrechnung möglich geworden, durch die Bestätigung der Fehlertheorie zu kontrollieren, ob auch wirklich bei einer Parzellengröße von 120 Pflanzen der fehlerhafte Einfluß der individuellen Schwankungen so behoben ist, daß die Versuche den Anforderungen der modernen Versuchstechnik vollauf gerecht werden.

In Tabelle XXI (s. S. 62) sind noch die Zahlenwerte aufgeführt, die sich bei entsprechender Verrechnung für die beiden Steinlaher Versuche bei gleicher Individuenzahl und mehrfacher Wiederholung ergeben. Von einer besonderen Errechnung der theoretischen Fehlerprozente ist bei den einzelnen Sorten Abstand genommen. Die aufgefundenen Zahlen lassen ohnehin deutlich genug erkennen, daß die Fehlerprozente bei Vergrößerung der Zahl der Wiederholungen nicht der Fehlertheorie folgen. Eine Kontrolle auf Bestätigung derselben bei Vergrößerung der Teilstücke ist in diesen Versuchen wegen der Anlage nicht möglich. Die Abweichungen von der Fehlerkurve sind, wie dies die für den Durchschnitt der 5 Sorten

Tabelle XXI.

**Sortenversuche in Steinlah.**

| Sorte | Anzahl der Pflanzen | Versuch 1924 | | | | Versuch 1925 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zahl der Wiederholungen | Durchschnittl. Staudengewicht g | m g | m % | Zahl der Wiederholungen | Durchschnittl. Staudengewicht g | m g | m % |
| Deodara | 50 | 3 | 1027 | 44,84 | 4,36 | 4 | 735 | 21,79 | 2,96 |
| | 50 | 6 | 1003 | 27,04 | 2,69 | 8 | 716 | 18,41 | 2,57 |
| | 50 | 9 | 984 | 27,18 | 2,76 | 12 | 726 | 15,39 | 2,12 |
| Hindenburg | 50 | 3 | 893 | 24,04 | 2,69 | 4 | 642 | 31,19 | 4,86 |
| | 50 | 6 | 892 | 24,96 | 2,80 | 8 | 714 | 33,48 | 4,68 |
| | 50 | 9 | 931 | 28,60 | 3,07 | 12 | 711 | 23,53 | 3,31 |
| Industrie | 50 | 3 | 967 | 23,38 | 2,42 | 4 | 815 | 32,78 | 4,02 |
| | 50 | 6 | 1080 | 53,03 | 4,91 | 8 | 809 | 22,23 | 2,75 |
| | 50 | 9 | 1077 | 35,44 | 3,29 | 12 | 811 | 18,06 | 2,22 |
| Arnika | 50 | 3 | 1030 | 47,25 | 4,59 | 4 | 870 | 51,96 | 5,97 |
| | 50 | 6 | 1022 | 24,68 | 2,41 | 8 | 829 | 31,59 | 3,81 |
| | 50 | 9 | 1008 | 17,94 | 1,78 | 12 | 838 | 22,99 | 2,74 |
| Pepo | 50 | 3 | 1237 | 32,83 | 2,65 | 4 | 735 | 15,54 | 2,11 |
| | 50 | 6 | 1173 | 34,80 | 3,12 | 8 | 725 | 19,36 | 2,67 |
| | 50 | 9 | 1162 | 26,87 | 2,31 | 12 | 732 | 16,84 | 2,30 |
| Im Durchschnitt der 5 Sorten d = | 50 | 3 | | | 3,34 | 4 | | | 3,98 |
| | 50 | 6 | | (2,36) | 3,31 | 8 | | | 3,29 (2,81) |
| | 50 | 9 | | (1,93) | 2,64 | 12 | | | 2,54 (2,30) |

errechneten theoretischen Werte zeigen, im Versuch 1924 größer als im Versuch 1925, obwohl die Fehlerprozente bei der geringsten Zahl der Wiederholungen im ersten Versuch niedriger liegen.

Es geht daraus hervor, daß in den Fällen, in welchen die individuellen Schwankungen nicht durch Anwendung hinreichend großer Teilstücke beseitigt sind, der mittlere Fehler nicht im verlangten Sinne die unbedingte Genauigkeit der Ergebnisse angibt, und daß infolgedessen bei der Auswertung solcher Versuchsergebnisse weitestgehende Vorsicht geboten ist. Wie oben ausgeführt, verursacht der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen bei Anwendung zu geringer Teilstückgrößen systematische Fehler, und diese müssen sich in ganz unbestimmter Weise auf die Höhe des mittleren Fehlers auswirken. Im übrigen gilt auch, wie dies bereits früher gesagt ist, in Hinsicht dieser Überlegungen, daß sich die individuellen Schwankungen bei den verschiedenen Sorten und bei den verschiedenen Einflüssen des Standortes usw. in ungleich hohem Maße äußern werden.

Voraussetzung zur Erlangung einwandfreier Versuchsergebnisse ist die Anwendung nicht zu kleiner Teilstücke.

Nach Urban (in Roemers Feldversuch) sind in Zuckerrübenversuchen zur Gewinnung von Durchschnittswerten, die genügend frei von individuellen Schwankungen sind, 80 Rüben ausreichend. Nach Feststellungen, die auf der Pflanzenzuchtstation des Instituts für Pflanzenbau in Halle gemacht sind, genügt bei Zuckerrüben schon eine geringere Anzahl von Individuen; bereits mit 50 Pflanzen konnten bei sehr günstigen Versuchsbedingungen hinreichend genaue Ergebnisse erzielt werden.

Bei Kartoffeln liegen aber, wie wir gesehen haben, die Verhältnisse anders. Standortseinflüsse und individuelle Veranlagung der Einzelpflanzen wirken sich bei Kartoffeln mehr aus als bei Zuckerrüben. Je größer der Standraum für eine Pflanze bemessen wird. desto stärker wirkt sich die Individualität aus. Dies muß also für Kartoffeln bei den gebräuchlichen Standweiten von 40×60 cm = 2400 qcm mehr in Erscheinung treten als bei Zuckerrüben, die mit einer Standweite von nur 25×50 cm = 1250 qcm angebaut werden. Zudem sind die Ertragsunterschiede der einzelnen Pflanzen bei Kartoffeln auf einer gegebenen Fläche größer. Infolge der größeren „Variationsbreite“ (das ist die Spannung zwischen dem höchsten und niedrigsten Einzelpflanzenertrag) unterliegt das Ertragsergebnis, das aus einer bestimmten Zahl von Einzelpflanzen gewonnen wird, einer natürlichen Schwankung, die noch durch etwa eintretende Bodenverschiedenheiten vergrößert wird. Während es bei den Zuckerrüben infolge der geringeren Variationsbreite möglich ist, diese Spannung auf ausgeglichenen Bodenverhältnisen schon mit 50 Pflanzen auszuschalten, ist dies bei den Kartoffeln nur mit einer erheblich höheren Pflanzenzahl zu erreichen. 100, besser noch 120 Pflanzen und mindestens 4, besser 6 Wiederholungen sind erforderlich, wie dies aus den vorliegenden Versuchen hervorgeht.

## C.

## Zusammenfassung der Hauptergebnisse und Schlußfolgerungen für die Technik der Versuchsanstellung.

Zum Schlusse sollen nochmals mit kurzen Worten die Hauptergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammengefaßt und gleichzeitig die sich ergebenden Schlußfolgerungen für die Versuchstechnik angeführt werden.

I. Die Fehlstellen bedeuten in Feldversuchen mit Kartoffeln eine nicht zu übersehende Fehlerquelle. Darum vermögen Versuche nur dann zuverlässige Ergebnisse zu erbringen, wenn der Beweis geliefert wird, daß der Einfluß der Fehlstellen und

der sich hieraus ergebende Fehler bei der Ertragsbestimmung beseitigt ist.

Hinsichtlich des Gewichts äußert sich der Einfluß der Fehlstellen nur auf die Nachbarpflanzen derselben Reihe, nicht auch auf solche der Nebenreihe (Häufelkultur und Reihenentfernung 60 cm). Im Durchschnitt der im Versuch angewandten Standweiten — 30 × 60, 40 × 60, 50 × 60 und 60 × 60 cm — werden durch Mehrleistung der beiden Nachbarstauden rund 49% des durchschnittlichen Normalgewichts der Einzelstauden je Fehlstelle ausgeglichen. Der prozentuale Ausgleich ist bei der kleinsten Standweite 30 × 60 cm am niedrigsten, er ist bei 40 × 60 cm am höchsten, nimmt dann wieder ab und erreicht bei der größten Standweite wieder ungefähr die unterste Grenze.

Das Ausmaß des Ausgleichs ist nicht bei allen Sorten gleich. Während sich die Mehrleistung bei der Sorte „Rheinland“ („Industrie“-Typ) bei den verschiedenen Standweiten ungefähr auf gleicher Höhe hält, weicht diese bei der stärke- und krautreicheren „Deodara“ („Jubel“-Typ) in den mittleren Standweiten nicht unerheblich nach oben hin vom Mittel ab.

Die Lage der Himmelsrichtung spielt hinsichtlich des Einflusses der Fehlstellen keine zu beachtende Rolle.

Hinsichtlich des Stärkegehalts bewirkt der Einfluß der Fehlstellen im Durchschnitt der Standweiten und Sorten ein Abfallen der Stärkeprozente von 0,28%.

Zweiseitig von Fehlstellen beeinflußte Stauden weisen — analog dem Befunde hinsichtlich des Gewichts — ungefähr einen doppelt so hohen Abfall des Stärkegehalts auf; der Abfall beträgt 0,38%.

Im Gegensatz zu den Feststellungen betreffs des Gewichts liegt in Hinsicht auf den Stärkegehalt auch eine Beeinflussung der Nachbarstauden der Nebenreihen vor. Und zwar wird der Stärkegehalt der Nachbarstauden der Nebenreihen um 0,2% erhöht.

Die Einwirkungen der Fehlstellen auf den Stärkegehalt der Nachbarstauden sind jedoch allenthalben so gering, daß auf eine besondere Berücksichtigung verzichtet werden kann.

„Kleine Stauden“ (unter 250 g Ertrag) beeinflussen die Nachbarstauden und daher die Ertragsergebnisse in gleicher Weise wie die Fehlstellen.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich für die Versuchsanstellung folgende Nutzanwendung:

Zunächst ist natürlich alles zu tun, um Fehlstellen von vornherein zu vermeiden. Darum ist auf möglichst gute Ackervorbereitung und vor allem auf Auslegen von nur einwandfreiem Saatgut ganz besonderer Wert zu legen.

Die fehlerhafte Einwirkung auftretender Fehlstellen wird dadurch vermieden, daß man die neben Fehlstellen gewachsenen Pflanzen bei der Ernte ausscheidet und zur Ertragsermittlung nicht berücksichtigt. Es kommen nur die „Fehlstellennachbarn“ in derselben Reihe in Betracht.

Dieses Verfahren ist namentlich in den Versuchen anzuwenden, welche auf kleinen Parzellen nach von Rümkerschen System angelegt werden. Bei Vorhandensein einer zu großen Zahl von Fehlstellen ist der Versuch als unbrauchbar zu verwerfen.

Die Ausschaltung des Fehlstellenfehlers durch eine rechnerische Korrektur vorzunehmen, kann nur ein Notbehelf sein und ist lediglich bei größeren Flächenversuchen anzuraten, bei welchen die Ertragsfestsetzung durch Wiegen der gesamten Erntemasse erfolgt. Die Korrektur ist nach folgender Formel vorzunehmen:

$$\text{K. E.} = \frac{\text{W. E.}}{n + m \times 0{,}49} \times m_1.$$

Darin bedeutet:

K. E. = korrigierter Ertrag;
W. E. = wirklicher, d. h. gefundener Ertrag;
n = Anzahl der geernteten Stauden, durch Umrechnung des Standraumes der Einzelpflanze auf die Fläche und Abzug der Fehlstellen festzustellen;
m = Anzahl der Fehlstellen, durch Zählen auf dem Felde festzustellen;
$m_1$ = (m + n) = Anzahl der Satzstellen;
0,49 = konstant = auf Grund vorliegender Versuchsergebnisse festgestellter Fehlerausgleich je Fehlstelle.

Größte Schwierigkeit bietet die Ausschaltung des Einflusses der „kleinen Stauden". Falls als Grund und Ursache des Entstehens von „kleinen Stauden" durch sorgfältigste Beobachtung während der Vegetation einwandfrei äußere Störungen erkannt werden, geschieht die Ausschaltung dieses Fehlers ebenso wie bei Fehlstellen. Muß man hingegen als Grund und Ursache des Zurückbleibens der kleinen Stauden auf innere Störungen, d. h. Sorteneigentümlichkeit, schließen, so hat die Ausschaltung zu unterbleiben. In diesem Zusammenhange ergibt sich als unbedingte Forderung die peinlichst genaue Beobachtung jeder einzelnen Pflanze während der ganzen Vegetation. Kartoffelversuche ohne diesen „biologischen Kommentar" haben keinen vollen Wert.

In der Kartoffelzüchtung dürfen einseitige, von Fehlstellen beeinflußte Stauden zur Beurteilung auf Stärkegehalt mit herangezogen werden.

Betreffs der Beziehungen der Standweiten zueinander ist bei Gegenüberstellung der Hektarerträge festzustellen, daß sowohl an Gewicht als auch an Stärke die Erträge im umgekehrten Verhältnis zur Pflanzweite stehen. Der Ertragsabfall beträgt von Standweite zu Standweite bei der Sorte „Rheinland" 8%, bei der Sorte „Deodara" nur 4,3%. Aus diesem Befunde kann bestätigt werden, daß stärke- und krautreiche Kartoffelsorten weite Standräume besser auszunutzen vermögen als die weniger krautwüchsigen Sorten.

Die Abnahme des Stärkegehaltes ist mit zunehmender Standweite nur sehr gering; sie beträgt von Standweite zu Standweite (je um 600 qcm) nur 0,08%, tritt also praktisch nicht in Erscheinung.

Die Ergebnisse des vorliegenden Versuchs stehen im Einklang mit der allgemeinen Stellungnahme gegenüber der Frage nach der günstigsten Standweite.

Für Sortenversuche mit Kartoffeln wird eine Standweite von 50 bis 60 cm Reihenentfernung und 40—50 cm Pflanzenabstand in der Reihe in Vorschlag gebracht.

II. Die Nachbarwirkung braucht in Kartoffelversuchen nicht überschätzt zu werden und kann gänzlich vermieden werden, indem man Sorten gleichen Typencharakters nebeneinander auspflanzt. Für Anbauversuche kann die Methode Sassanow (siehe Roemers Feldversuch) empfohlen werden.

III. Die individuellen Schwankungen der Einzelpflanzen verursachen bei zu geringer Teilstückgröße „systematische Fehler", die sich infolgedessen nicht in allen Fällen der Gaußschen Fehlertheorie anschließen. Die Teilstücke müssen deshalb so groß gewählt werden, daß der Einfluß der Individualität der Einzelpflanzen, der bei den verschiedenen Sorten nicht gleich hoch ist, auf das Ertragsergebnis ausgeschaltet wird. Dies wird bei einer Teilstückgröße von 100, besser noch 120 Pflanzen entsprechend einer Parzellenfläche von 25—28 qm (bei einer Standweite von 40×60 cm) und sechsfacher Wiederholung erreicht. Bei Verwendung von geringeren Parzellengrößen hat selbst eine Vermehrung von Wiederholungen auf eine praktisch nicht verwendbare Zahl nur zweifelhaften Wert.

# Schlusswort.

Um dem gerade auf dem Gebiete des Kartoffelbaues wie nirgends sonst im landwirtschaftlichen Pflanzenbau vorherrschenden Reklameunwesen mit wirklichem Erfolg entgegentreten zu können, bedarf es einer einwandfreien und beweiskräftigen Versuchstechnik. Daran hat es bisher vielfach gefehlt, weil ein großer Teil der jährlich veröffentlichten Kartoffelversuche, namentlich Sortenversuche, ihrer Anlage nach nur widerspruchsvolle Ergebnisse zeitigen konnte. Diesem Übelstand gilt es abzuhelfen, damit die Anbauversuche, wie mit den anderen Fruchtarten, auch mit Kartoffeln ihren Zweck in Wirklichkeit erfüllen. Möge die vorliegende Arbeit zu einem geringen Teil dazu beitragen!

# Literaturverzeichnis.


1. Appel u. Schneider: Versuchsergebnisse auf dem Gesamtgebiet des Kartoffelbaues. Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau. Heft 1.
2. v. Arnim-Schlagenthin: Über feldmäßige Anbauversuche, insbesondere bei Kartoffeln und Getreide. Fühlings Landw. Zeitung 9. 1908. S. 305.
3. Biederbeck: Der Einfluß der Fehlstellen auf die Genauigkeit von Feldversuchen mit Zuckerrüben. Diss. Halle 1922.
4. Böhm jun.: Wie kommt man zu einwandfreien Ergebnissen bei Anbauversuchen? Die Kartoffel. 1921. S. 134.
5. Drechsler: Düngungsversuche auf dem Versuchsfelde des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Göttingen. Journal für Landwirtschaft 29. 1881. S. 63.
6. Gerlach: Bericht in Nr. 13 in „Mitteilungen der Kartoffelbaugesellschaft m. b. H. in Berlin".
7. Grouven: Dritter Bericht über die Arbeiten der Versuchsstation Salzmünde. Halle 1868.
8. Knorr: Versuchsergebnisse auf dem Gesamtgebiet des Kartoffelbaues. Heft 4. Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau.
9. Knorr: Versuchsergebnisse auf dem Gesamtgebiet des Kartoffelbaues. Heft 6. Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau.
10. Leidner: Über Feldversuche und Ausgleichsrechnung. Landw. Jahrbücher 49. 1916. S. 105.
11. Mitscherlich: Feldversuche mit Kartoffeln. Landw. Jahrbücher 54. 1920. S. 703.
12. Mitscherlich: Über Standweiten und Düngungsversuche. Georgine 1919. S. 18.
13. Mitscherlich: Ein Beitrag zur Technik des Sortenanbauversuchs. Landw. Jahrbücher. 1923. S. 198.
14. Mitscherlich: Über die Größe der Teilstücke bei Feldversuchen. Landw. Versuchsstationen 98. 1921. S. 365.
15. Oetken: Studien über die Variations- und Korrelationsverhältnisse von Gewicht und Zuckergehalt bei Beta-Rüben, insbesondere bei der Zuckerrübe. Landw. Jahrbücher 49. 1916. S. 1.
16. Opitz: Über die Rand- und Nachbarwirkung in Sortenversuchen. Pflanzenbau 1926. Jahrgang 19. Nr. 293.
17. Opitz: Über Einzelstaudenerträge und Parzellenerträge von Kartoffeln. Die Kartoffel. 1922. S. 177.

18. Pfeiffer: Massenanbauversuche. Mittlg. d. Landw. Instituts Breslau. Bd. V. 1910. S. 629.

19. Pfeiffer u. Simmermacher: Über den Einfluß des Standraums bzw. verschiedener Bodenarten auf die Wurzelmassen der Pflanzen. Landw. Versuchsstationen, Bd. 90. 1917. S. 313.

20. Ramm: Über einige Anbauversuche nach v. Rümkers Methode und ihre rechnerische Verwertung. Fühlings Landw. Zeitung. 1922. S. 353.

21. Remy: Beiträge zur Kultur wichtiger Nutzpflanzen. Landw. Jahrbücher 43. 1912. S. 440.

22. Remy u. Samel: Die Bedeutung der Wahrscheinlichkeitslehre für die Landwirtschaft, dargelegt an Hand von Sortenversuchen mit Zuckerrüben. Blätter für Zuckerrübenbau 18. 1911. S. 41.

23. Remy: Der Kartoffelbau. 1909. S. 18.

24. Remy: Bericht über die Versuchstätigkeit der Rheinischen Kartoffelbaustelle im Jahre 1918. Veröffentl. der Landwirtschaftskammer für die Rheinprovinz 1919—1921.

25. Roemer: Der Feldversuch. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. 1. u. 2. Auflage. Heft 302.

26. Roemer: Beobachtungen auf dem Gebiete des Ackerbaues in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Berichte über Landwirtschaft. Neue Folge. 4. Sonderheft. 1926. S. 64.

27. v. Rümker: Massenanbauversuche. Mitteilungen des Landw. Instituts Breslau. Bd. IV. 1909. Heft 5.

28. v. Rümker u. Alexandrowitsch: Massenanbauversuche mit Futterrüben. Landw. Jahrbücher 45. 1913. S. 503.

29. Schneidewind: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 4. Aufl. 1921. S. 437.

30. Schneidewind: Versuche mit verschiedenen Standweiten der Kartoffel bei niederer und höherer Düngung. Landw. Jahrbücher 61. 1925. S. 743.

31. Snell: Kartoffelsorten. Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau 5. 3. Aufl. 1925.

32. Störmer: Bericht in Nr. 13 in „Mitteilungen der Kartoffelbaugesellschaft m. b. H." in Berlin.

33. Stewart: Missing hills in potato fields: their effect upon the yield. New York. Agricultural Experiment Station Geneva U. Y. March 1919. Bulletin 459.

34. Stewart: Further studies of the effect of Missing hills in potato fields and on the variation on the yield of potato plants from halves of the same seed tuber. New York. Agricultural Experiment Station Geneva U. Y. March 1919. Bulletin 459.

# Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Johannes Küpper, als Sohn des Rentners und früheren Landwirts Bernhard Küpper und dessen Ehefrau Gertrud geb. Baumeister am 26. Mai 1894 zu Oberhausen (Rhld.). Ich besuchte die Gymnasien zu Dorsten und Bottrop (Westf.). Letzteres verließ ich bei Ausbruch des Krieges mit dem Zeugnis der Reife, um als Kriegsfreiwilliger in das Feld-Art.-Regt. 7 zu Wesel einzutreten. Von Februar 1915 bis Kriegsende war ich ununterbrochen bei der Fronttruppe, zuletzt als Leutnant der Reserve im Res.-Feld-Art.-Regt. 60. Aus dem Heeresdienst entlassen, widmete ich mich dem Studium der Landwirtschaft. Die praktische Ausbildung erhielt ich in den Jahren 1920/21 in den in meiner Heimatprovinz anerkannten Saatgut- und Zuchtwirtschaften Franz Dorenkamp, Gillratherhof bei Geilenkirchen, und Paul Schulte-Kemna, Haus Haan, Haan bei Düsseldorf. Die theoretischen Kenntnisse erwarb ich an der Universität Halle (Saale). Dortselbst bestand ich im Juli 1922 das Diplom-Examen. Nach bestandenem Examen hielt ich mich zunächst noch in Halle auf, um auf dem Versuchsfeld des Landwirtschaftlichen Instituts die Versuche abzuernten, welche die Grundlage zu meiner Doktorarbeit bildeten, war dann vorübergehend einige Wochen beim Städtischen Steueramt in Oberhausen und ein Vierteljahr beim Katasteramt Halle (Saale) beschäftigt. Von März 1923 bis heute war ich in beruflicher Stellung als Versuchsringleiter in den Versuchsringen Samtens (Rügen), Goslar (Harz) und im Siegkreis (Rhld.) tätig.